

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Институт: Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы	
<b>Организация повышения эффективности системы охраны труда на предприятиях по производству упаковочных материалов</b>	

УДК 658.345:621.798(571)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г60	Кибе Дарья Андреевна		

Руководитель/ консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Лизунков В.Г.	к.пед.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 20.03.01 «Техносферная безопасность»	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе  
направления 20.03.01 – «Техносферная безопасность»

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<b>Универсальные компетенции</b>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: Техносферная безопасность  
Профиль: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

**БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студенту:

Группа	ФИО
17Г60	Кибе Дарье Андреевне

Тема работы:

**Организация повышения эффективности системы охраны труда на предприятиях по производству упаковочных материалов**

Утверждена приказом директора (дата, номер) № 12/С от 31.01.2020 г.

Срок сдачи студентами выполненной работы: 05.06.2020 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе:</b>	Объект исследования – ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка». Материалы по преддипломной практике, литературные и статистические данные, нормативно-правовая база. Общие сведения об объекте исследования
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:</b>	1. Актуальность выбранной темы. Постановка цели и задач исследования. 2. Статистика производственного травматизма и анализ основных вредных производственных факторов по Кемеровской области 3. Характеристика объекта исследования 3.1 Специальная оценка условий труда ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка» 4. Расчет и проектирование приточно-вытяжной вентиляционной системы производственного помещения ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка»

	5. Заключение по работе
<b>Перечень графического материала:</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Схема системы приточно-вытяжной общеобменной вентиляции (1 лист А2).
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г., к.пед.н., доцент
Социальная ответственность	Солодский С.А., к.т.н., доцент
Нормоконтроль	Солодский С.А., к.т.н., доцент
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Реферат	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель/ консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ ТПУ	Солодский С.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17Г60	Кибе Д.А.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 92 страниц, 4 рисунка, 22 таблицы, 50 источников, 1 приложения.

Ключевые слова: ОХРАНА ТРУДА, ВРЕДНЫЕ И ОПАСНЫЕ ФАКТОРЫ, ТРАВМАТИЗМ, ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА.

Объектом исследования является: ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка».

Цель работы – анализ организации системы труда и проектирование системы защиты от опасных и вредных факторов.

В процессе исследования был проведен анализ производственного травматизма и анализ основных вредных производственных факторов по Кемеровской области. Была изучена литература в области охраны труда, вентиляции производственных помещений, методов расчета основных характеристик вентиляции, производились расчеты приточной вентиляции, вытяжной вентиляции, производился подбор соответствующего оборудования, а также выполнен расчет затрат на установку новой вентиляционной системы.

В результате исследования были выполнены следующие задачи:

- изучена и проанализирована имеющиеся организационная нормативно-техническая документация;
- проанализирована система охраны труда на ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка», выявлены вредные и опасные производственные факторы;
- спроектировать систему приточно-вытяжной вентиляции.

## ABSTRACT

The final qualification work consists of 92 pages, 4 figures, 22 tables, 50 sources, 1 Appendix.

Key words: LABOR PROTECTION, HARMFUL and DANGEROUS FACTORS, INJURIES, VENTILATION SYSTEM.

The object of research is: LLC "Siberian factory" Komus-packaging".

The purpose of the work is to analyze the organization of the labor system and design a system of protection from dangerous and harmful factors.

In the course of the study, the analysis of industrial injuries and the analysis of the main harmful production factors in the Kemerovo region was carried out. The literature in the field of labor protection, ventilation of industrial premises, methods for calculating the main characteristics of ventilation, calculations of supply ventilation, exhaust ventilation, selection of appropriate equipment, as well as the calculation of the cost of installing a new ventilation system.

As a result of the research, the following tasks were completed:

- The existing organizational and technical documentation has been studied and analyzed;
- analyzed the system of labor protection at LLC "Sib
- design a supply and exhaust ventilation system.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Опасные и вредные производственные факторы.

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды.

Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

Определения:

**Охрана труда:** система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

**Специальная оценка условий труда:** единый комплекс последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством РФ федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

**Безопасные условия труда** – это условия труда, при которых воздействие на работающих вредных или опасных производственных факторов

исключено либо уровни их воздействия не превышают установленные нормативы.

**Вредный производственный фактор:** фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего, при определенных условиях, может вызвать профессиональное заболевание, другое нарушение состояния здоровья, временное или стойкое снижение работоспособности, привести к повреждению здоровья потомства.

**Опасный производственный фактор:** производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях, может привести к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья или смерти.

**Вентиляция:** процесс удаления отработанного воздуха из помещения и замена его наружным.

**Калорифер:** прибор для нагревания воздуха в помещении, состоящий из труб, по которым циркулирует горячая вода, пар или горячий воздух.



## Оглавление

Введение.....	11
1 Теоретические основы обеспечения охраны труда на предприятии.....	13
1.1 Нормативно правовая база охраны труда.....	13
1.2 Сущность, функции и принципы охраны труда.....	15
1.3 Классификация вредных и опасных факторов.....	20
1.4 Статистика производственного травматизма и анализ основных вредных производственных факторов по Кемеровской области.....	22
2 Описание ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка».....	28
2.1 Краткая характеристика ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка».....	28
2.2 Специальная оценка условий труда.....	29
2.2.1 Классификация условий труда.....	29
2.2.2 Специальная оценка условий труда.....	31
2.3 Вентиляция производственных помещений. Назначение и виды вентиляции.....	36
2.3.1 Виды производственной вентиляции.....	36
2.3.2 Требования к производственной вентиляции.....	37
2.3.3 Устройство вентиляции.....	39
2.3.4 Проектирование вентиляции производственных помещений.....	40
3 Расчет и аналитика.....	41
3.1 Выбор способа проветривания цеха.....	41
3.2 Технические характеристики вентиляционной системы ФЬОРДИ ВПУ CF 500 V.....	41
3.3 Расчет потери давления в сети.....	42

3.3.1	Подбор калорифера.....	56
3.3.2	Выбор выходной жалюзийной решетки.....	59
3.3.4	Выбор вентилятора для системы приточной вентиляции.....	60
3.4	Расчет системы общеобменной вытяжной вентиляции.....	63
3.4.1	Расчет потерь давления в сети.....	63
3.4.2	Выбор вентилятора для системы вытяжной вентиляции.....	66
4	Финансовый менеджмент.....	69
5	Социальная ответственность.....	74
	Заключение.....	86
	Список использованных источников и литературы.....	87
	Приложение А(обязательное) Схема приточно-вытяжной вентиляции.....	92

## Введение

На всех предприятиях устанавливаются правовые основы регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками, а также создаются условия труда, соответствующие требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Обеспечение здоровых и безопасных условий труда одна из важнейших задач руководства предприятия. Руководство предприятия обязано внедрять современные средства техники безопасности, предупреждающие производственный травматизм, и обеспечивать санитарно-гигиенические условия, предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний работников.

Основной целью охраны труда является анализ условий труда, технологических процессов, аппаратуры и оборудования для определения возможности возникновения опасных и вредных факторов. На основе такого анализа определяются опасные зоны производства, возможные аварийные ситуации и разрабатываются мероприятия по устранению или снижению опасных и вредных факторов.

Охрана труда занимается разработкой и использованием мер, защищающих человека в процессе труда. Она является важным аспектом в обеспечении безопасной жизнедеятельности человека.

Безопасность жизнедеятельности выделяет три основных раздела:

- охрана окружающей среды (экология);
- охрана человека в быту;
- охрана человека в процессе трудовой деятельности.

В охране труда также можно выделить социально-экономические меры защиты человека, правовые, медико-биологические мероприятия, техники безопасности, которые являются основной частью охраны труда.

Цель исследования – разработать рекомендации и мероприятия по совершенствованию системы охраны труда и спроектировать приточно-

вытяжную систему вентиляции на ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка».

В связи с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

- изучить и проанализировать имеющуюся организационно нормативно-техническую документацию;
- проанализировать систему охраны труда на ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка», и выявить вредные и опасные производственные факторы;
- спроектировать систему приточно-вытяжной вентиляции.

Объектом исследования является ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка».

Предмет исследования – система охраны труда на предприятии по производству пластиковых изделий.

Практическая ценность данного исследования состоит в предложении мер, направленных на совершенствование системы охраны труда.

В результате проведенных исследований разработаны мероприятия по совершенствованию системы охраны труда на ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка».

# 1 Теоретические основы обеспечения охраны труда на предприятии

## 1.1 Нормативно-правовая база охраны труда

В Российской Федерации действует система нормативно-правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, которая состоит из межотраслевых и отраслевых правил и типовых инструкций по охране труда, правил и инструкций по безопасности, гигиенических нормативов и государственных стандартов безопасности труда.

Основные направления государственной политики в области охраны труда:

- обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
- принятие и реализация федеральных законов и иных нормативно-правовых актов РФ об охране труда, а также федеральных, целевых, отраслевых программ улучшения условий и охраны труда;
- государственное управление охраной труда;
- содействие общественному контролю за соблюдением прав и законных интересов работников в области охраны труда;
- расследование несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- установление компенсаций за тяжелую работу и работу с вредными и опасными условиями труда;
- участие государства в финансировании охраны труда;
- подготовка и повышение квалификации специалистов по охране труда.

В соответствии со ст.14 ФЗ «Об основах охраны труда в РФ «обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя» [1].

Работодатель обязан:

- обеспечить безопасность работников при эксплуатации оборудования и осуществление технических процессов;
- обеспечить применение средств индивидуальной защиты и коллективной защиты;
- обеспечить соответствие требованиям охраны труда на каждом рабочем месте;
- обеспечить режим труда и отдыха;
- проведение инструктажа по охране труда;
- проверку знаний требований охраны труда;
- обеспечить организацию контроля над состоянием условий труда на рабочих местах, а также за правильностью применения средств индивидуальной и коллективной защиты;
- обеспечить своевременное расследование несчастных случаев и оформление документации по расследованию;
- обеспечить проведение за счет средств организации обязательных предварительных и периодических осмотров.

В свою очередь работник также обязан выполнять требования по охране труда [2].

Обязанности работника:

- соблюдать требования по охране труда;
  - правильно применять средства индивидуальной защиты;
  - проходить обучение, инструктажи и проверку знаний требований охраны труда;
  - немедленно извещать своего руководителя работ о любой ситуации, которая угрожает жизни или здоровья людей;
  - проходить предварительные медосмотры.
- все работники предприятия, в т.ч. и ее руководитель обязаны проходить обучение охране труда и проверку знаний требования охраны труда в порядке установленном правительством РФ.

Лица, виновные в нарушении требований охраны труда, невыполнение обязательств по охране труда, предусмотренных договорами, несут ответственность.

В зависимости от характера нарушения и последствий предусмотрены три формы ответственности [3].

- дисциплинарная ответственность – замечание, выговор, строгий выговор, увольнение. Возможно лишение премии;

- административная ответственность – влечет наложение штрафа в размере до ста минимальных размеров оплаты труда. Штрафы имеют право налагать должностные лица государственного надзора и контроля по охране труда;

- уголовная – определяется судом. Нарушение правил техники безопасности или иных правил охраны труда, совершенное лицом, на котором лежали обязанности по соблюдению этих правил. Если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого или средней тяжести вреда здоровью человека, то наказывается штрафом в размере от двухсот до пятисот минимальных размеров оплаты труда или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от двух до пяти месяцев, либо исправительными работами на срок до двух лет, лишением свободы на срок до двух лет.

В случаях, если деятельность организации осуществляется с опасными для жизни и здоровья работников нарушениями требований охраны труда, указанная деятельность могут быть приостановлены в соответствии с предписаниями руководителей [4].

## 1.2 Сущность, функции и принципы охраны труда

Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические,

лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Под техникой безопасности понимают систему организационных мероприятий, технических средств и методов, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов. Она включает в себя:

- профилактику производственного травматизма на стадии проектирования и в процессе эксплуатации предприятий, машин, оборудования, оснастки;
- разработку общих правил и норм охраны труда, конкретных инструкций о безопасных параметрах эксплуатации оборудования и производства работ;
- разработку методических и наглядных пособий по технике безопасности;
- обучение, инструктаж работников, проверку знаний по правилам безопасного ведения работ;
- учет, расследование и анализ несчастных случаев на производстве;
- разработку и контроль осуществления мероприятий по технике безопасности [5].

Законодательство РФ о труде и об охране труда основывается на Конституции РФ и состоит из Трудового кодекса РФ, законов: «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «О пожарной безопасности», «О техническом регулировании», и иных нормативно-правовых актов РФ, а также законов и иных нормативно-правовых актов субъектов РФ.

Нормативная база охраны труда определена Постановлением Правительства РФ от 27 декабря 2010 г. № 1160 «Об утверждении Положения о разработке, утверждении и изменении нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда» [6].

Система стандартов безопасности труда (ГОСТ Р ССБТ) включает



требования по следующим вопросам:

- устройство и содержание промышленных предприятий;
- безопасное производство работ;
- производственные процессы и оборудование;
- средства защиты работников;
- отдельные факторы производственной среды;
- рабочие места;
- организация обучения безопасности труда [7].

Помимо этого нормативную базу дополняют локальные нормативные документы – инструкции по охране труда (ИОТ), разрабатываемые на самом предприятии для работников и отдельных видов работ, положения об организации работы по охране труда на предприятии и т.п.

Охрана труда тесно связана с промышленной безопасностью, пожарной безопасностью, электробезопасностью, охраной окружающей среды. В совокупности они являются составляющими безопасности жизнедеятельности.

В ходе работы по обеспечению охраны труда на производстве можно выделить ряд основополагающих принципов:

- безопасность труда должна учитываться при принятии решений по всем вопросам производства на всех его уровнях и стадиях, начиная от проектирования, строительства, эксплуатации и до выпуска конечной продукции;

- обеспечение безопасности труда и улучшение условий работы является первоочередной задачей руководящего звена предприятия. Каждый представитель высшего и среднего звена руководства должен нести ответственность за безопасность труда. Функциональные обязанности каждого в этой сфере должны быть четко закреплены в должностных инструкциях. Компетенция руководителя в вопросах охраны труда должна расцениваться как равноправная и необходимая составляющая его профессиональной компетенции;

- служба охраны труда должна являться одним из ключевых

подразделений, подчиняющихся непосредственно руководителю. Функции ее должны быть четко определены и разграничены с функциями других служб;

- администрация должна всемерно содействовать развитию сотрудничества с рабочими и их уполномоченными представителями в выработке политики охраны труда, планировании и проведении профилактических мероприятий;

- программы безопасности труда должны основываться не только на анализе свершившихся несчастных случаев, но и на проведении предварительного анализа производственных рисков, аттестации рабочих мест по условиям труда [8].

П.И. Кривцов в работе «Функции, цели и задачи службы охраны труда на предприятии» выделил ряд функций охраны труда таблица 1.1.

Таблица 1.1 – Функции охраны труда

Наименование функции	Содержание функции
Защитная	Защита жизни и здоровья работников, окружающих людей от воздействия вредных и опасных производственных факторов; защита окружающей среды от негативного воздействия последствий производственной деятельности
Аналитическая	Анализ вредных параметров производственной среды, профессиональных рисков и возможных последствий их воздействия на работников
Функция стандартизации	Установление нормативных значений факторов производственной среды, правил, регламентов ведения работ

Продолжение таблицы 1.1

Контрольная	Создание системы постоянного многоуровневого контроля соблюдения норм и правил охраны труда, применение стимулов и санкций по их соблюдению; установление мер экономической, административной и уголовной ответственности
Профилактическая	Меры по профилактике заболеваний и несчастных случаев на производстве: лечебно-профилактические (медосмотры, профессиональный отбор по медицинским показаниям); организационные (инструктаж и обучение работников); технические (использование технических средств защиты, учет требований охраны труда при проектировании техники, технологий, зданий, сооружений)
Функция компенсации и реабилитации	Материальная компенсация вреда, нанесенного здоровью человека и его трудоспособности: предоставление средств на лечение и уход, профессиональную переподготовку: создание системы мер, обеспечивающих при возможности возврат к трудовой деятельности либо приемлемый уровень жизни в случае полной утраты трудоспособности

### Окончание таблицы 1.1

Информационная	Предоставление работникам и работодателям достоверной информации и консультаций по вопросам условий и охраны труда, существующих профессиональных рисков, о мерах по защите от воздействия вредных или опасных производственных факторов, правах и обязанностях в части охраны труда
Образовательная	Распространение знаний по охране труда и технике безопасности среди рядовых работников, специалистов, руководителей организаций, а также подготовка специалистов по охране труда
Экономическая	Сокращение и предупреждение потерь и дополнительных издержек, обусловленных повышенным уровнем травматизма, заболеваемости, выплатой компенсаций и штрафов, снижением производительности труда, качества работы и т.п.

### 1.3 Классификация вредных и опасных факторов

Все производственные факторы по сфере своего происхождения подразделяют на следующие две основные группы:

- факторы производственной среды;
- факторы трудового процесса.

Из всей совокупности производственных факторов для целей безопасности труда по критерию возможности причинения вреда организму

работающего человека выделяют:

- неблагоприятные производственные факторы;
- производственные факторы, не являющиеся неблагоприятными, то есть нейтрального или благоприятного действия.

Опасные и вредные производственные факторы, согласно ГОСТ 12.0.003, делятся по категориям:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

К физическим вредным и опасным факторам относятся:

- движущиеся машины и механизмы;
- электрический ток;
- влажность воздуха;
- экстремальные значения температуры;
- повышенные уровни электромагнитных и ионизирующих излучений, шума вибрации и др.

К химическим вредным и опасным факторам относятся:

По характеру воздействия на организм человека:

- токсичные;
- раздражающие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- сенсibiliзирующие.

По пути проникновения в организм человека:

- через органы дыхания;
- через желудочно-кишечный тракт;
- через кожные покровы и слизистые оболочки.

К биологическим вредным и опасным факторам относятся патогенные микроорганизмы (бактерии, грибки, вирусы, риккетсии) и продукты их

жизнедеятельности.

К психофизическим и социальным вредным и опасным факторам относятся, физические перегрузки и нервно-психические перегрузки.

Физические перегрузки:

- статические;
- динамические;

Нервно-психические перегрузки:

- перенапряжение анализаторов;
- монотонность труда;
- эмоциональные перегрузки [9].

#### 1.4 Статистика производственного травматизма и анализ основных вредных производственных факторов по Кемеровской области

Кемеровская область – один из крупнейших индустриальных регионов России. В силу сырьевой направленности экономики в Кемеровской области основными видами промышленного производства являются добыча угля, металлургическое производство и химическая промышленность. Данные виды экономической деятельности относятся к категории наиболее травмоопасных и вредных производств.

В Кемеровской области ежегодно более 3000 человек получают производственные травмы и профессиональные заболевания. Уровень производственного травматизма в Кемеровской области превышает среднероссийский более чем в 2 раза [10].

Статистические данные свидетельствуют о том, что в течение последних лет уровень производственного травматизма, то есть численность пострадавших в результате несчастных случаев на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом в расчете на 1 тыс. работающих в Кемеровской области, характеризуется следующими данными таблица 1.2.

Таблица 1.2 – Уровень производственного травматизма в 2014-2018 годах по данным Росстата

Территория	Уровень производственного травматизма по годам				
	2014	2015	2016	2017	2018
В расчете на 1 тыс. работающих					
Российская Федерация	1,46	1,29	1,29	1,14	1,07
Кемеровская область	2,7	2,7	2,6	2,7	2,3

В Кемеровской области доля работников, занятых во вредных и опасных условиях труда составляет 18% от всего населения, занятого в экономике. Профессиональная заболеваемость в Кузбассе так же весьма высока, превышает среднероссийский показатель в 7 раз. В наибольшей мере профессиональным заболеваниям подвержены рабочие основных профессий в угольной промышленности и металлургии, хотя они регистрируются также и в организациях жилищно-коммунального хозяйства, распределения электроэнергии, газа и воды.

Анализ причин и условий возникновения в 2014 году большинства несчастных случаев на производстве в Кемеровской области показывает, что основной причиной их возникновения являются нарушения технологического процесса [11].

К другим причинам относятся:

- неудовлетворительная организация производства работ;
- нарушения требований безопасности при эксплуатации транспортных средств;
- эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования;
- нарушения правил дорожного движения;
- нарушение работником правил внутреннего трудового распорядка и дисциплины труда и др.

Основную долю составляют причины субъективного характера, в своей

основе имеющие проблему так называемого «человеческого фактора».

На территории области 1500 организаций эксплуатируют 3700 опасных производственных объектов, что создает объективные предпосылки для аварийности и травматизма, а также повышает экологическую нагрузку на окружающую среду [12].

Анализируя данные таблицы 1.2, можно видеть устойчивую тенденцию снижения смертельного травматизма, что свидетельствует о повышении эффективности работы служб охраны труда и промышленной безопасности в организациях Кемеровской области, в том числе на опасных производственных объектах. Одновременно с этим следует отметить и активизацию деятельности органов государственной власти, надзорных организаций и профсоюзов в реализации общей политики в области управления охраной труда в регионе, а также руководства крупных производственных объединений, ставящих в качестве приоритета жизнь и здоровье своих работников.

Анализ численности работников, занятых в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, позволяет сделать вывод, что в организациях, расположенных на территории Кемеровской области, охваченных системой государственного статистического наблюдения, с ростом интенсивности производственной деятельности ухудшаются отдельные показатели, характеризующие состояние условий труда.

Анализ причин несчастных случаев позволил выявить долевое участие в общем объеме травматизма различных факторов, представлено в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Причины производственного травматизма

Основные виды причин	2014 год	2015 год	2016 год
Нарушение требований безопасности	30,15%	30,34%	30,09%
Неудовлетворительная организация производства	11,25%	11,37%	11,25%
Нарушение ПДД	6,72%	6,36%	6,82%



Продолжение таблицы 1.3

Несовершенство технологического процесса	5,38%	5,06%	4,77%
Конструктивные недостатки	4,09%	4,11%	3,15%
Неудовлетворительное техническое состояние зданий, территории	3,88%	3,80%	3,83%
Нарушение технологического процесса	3,21%	3,03	3,88%
Недостатки в организации рабочих мест	3,21%	3,02%	2,74%
Недостатки в обучении безопасным приемам труда	2,92%	2,52%	2,67%
Неприменение средств индивидуальной защиты	1,22%	1,18%	1,08%
Эксплуатация неисправного оборудования	0,99%	0,91%	0,83%
Необеспечение средствами индивидуальной защиты	0,52%	0,46%	0,40%
Использование работающего не по специальности	0,43%	0,45%	0,37%
Нахождение в состоянии алкогольного опьянения	0,16%	0,09%	0,13%
Прочие	22,51%	23,88%	24,47%

Численность работников занятых в условиях не отвечающим санитарно-гигиеническим нормам представлено в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Удельный вес работников, занятых в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, в 2014-2018 годах

Территория	Удельный вес работников по годам				
	2014	2015	2016	2017	2018
Российская федерация, %	23,4	24,9	26,2	27,5	28,1
Кемеровская область, %	47,4	48,5	51,5	52,0	55,1

Вредные производственные факторы условий труда являются причиной профессиональных заболеваний, а также могут способствовать развитию и прогрессированию общих заболеваний, которые в значительной степени угрожают здоровью работающих.

Уровень профессиональной заболеваемости на 10 тыс. работников в Кемеровской области в 2014 году остается одним из самых высоких в Российской Федерации, в 6 раз превышая уровень по Российской Федерации в целом [13].

Выявляемость профессиональных заболеваний происходит на поздних стадиях развития заболеваний, что в 50 процентов случаев приводит к утрате трудоспособности и инвалидности работников.

В Кемеровской области из 58 тыс. работников бюджетных организаций, занятых во вредных и опасных условиях труда, компенсации за работу во вредных и опасных условиях труда по результатам аттестации рабочих мест получают 11,2 тыс. человек (19,3%) [14].

Изучив и проанализировав литературу по обеспечению охраны труда, можно сделать выводы:

- безопасные условия труда – это условия труда, при которых воздействие на работающих вредных или опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленные нормативы;

- законодательство России об охране труда основывается на Конституции РФ и состоит из Закона об основах охраны труда, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также законов и иных нормативных правовых актов субъектов федерации. В указанную систему входят: межотраслевые и отраслевые правила и типовые инструкции по охране труда; строительные и санитарные нормы и правила; инструкции и правила безопасности; правила безопасной эксплуатации; своды правил по проектированию и строительству; гигиенические нормативы и государственные стандарты безопасности труда;

- эффективность мероприятий по охране труда может выражаться инженерно-техническими, социальными, социально-экономическими и другими показателями. Социальный эффект характеризуется снижением уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Экономический эффект рассматривается как результат социального и характеризуется снижением размера материальных последствий производственного травматизма, профессиональных заболеваний и экономией материальных затрат на улучшение охраны труда;

- из-за неудовлетворительных условий труда, производственного травматизма и профессиональных заболеваний страна несет большие экономические потери и социальные издержки. В связи с этим работодатели обязаны выделять средства на охрану труда в полном объеме, предусмотренном государственными нормативными требованиями согласно законодательству. Необходимы квалифицированные кадры и ответственное, заинтересованное отношение к реализации конституционных прав работников со стороны, как работодателей, так и руководителей на всех уровнях управления [15].

## 2 Анализ организационной системы охраны труда на ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка»

### 2.1 Краткая характеристика ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка»

ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка» – производитель и поставщик упаковочных материалов для пищевых предприятий РФ и СНГ, крупнейший производитель жесткой пластиковой упаковки. Дата основания 1995 год.

Численность работников предприятия составляет 245 человек. График работы организован по сменам, численность работников одной смены (12 часов) 40 сотрудников [16].

Структура ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка» представлена на рисунке 1

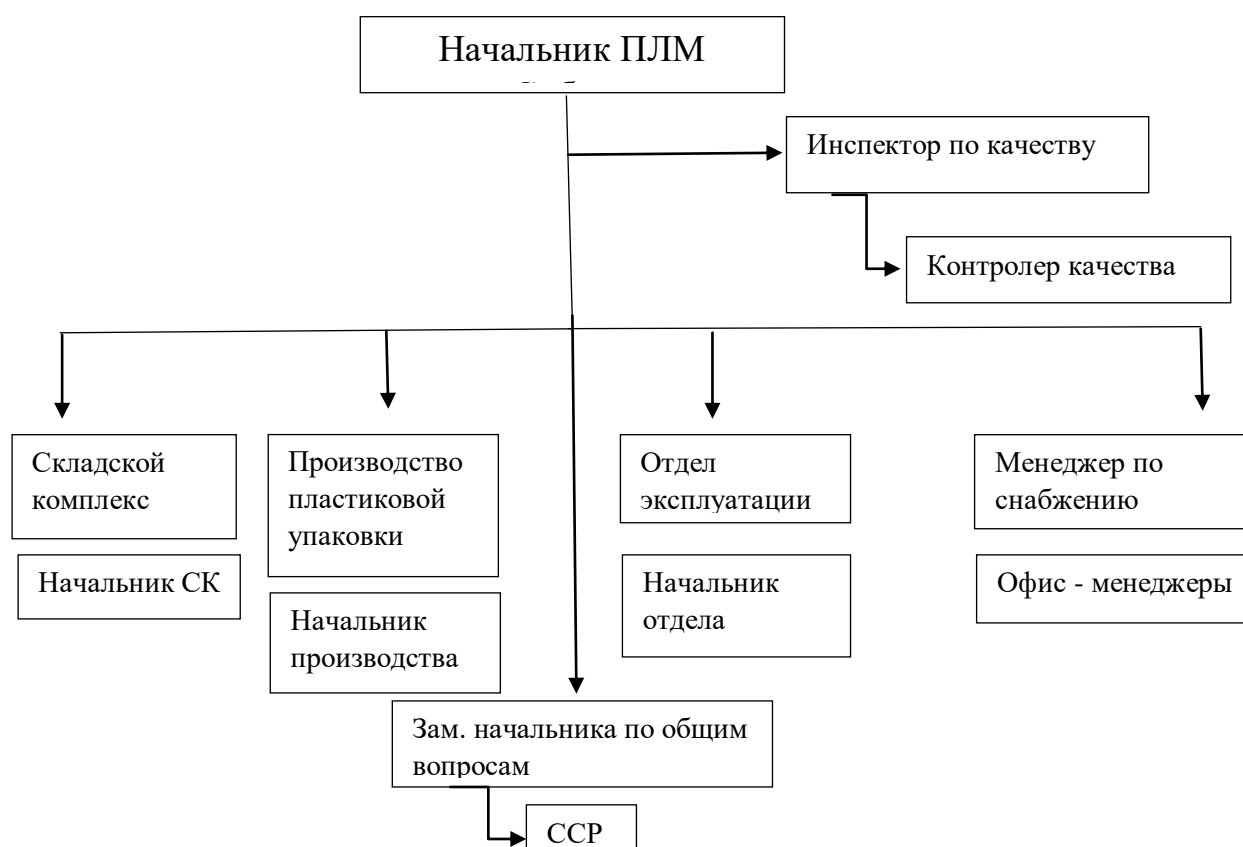


Рисунок 1 – Структура ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка»

## 2.2 Специальная оценка условий труда

### 2.2.1 Классификация условий труда

Условия труда по степени вредности и опасности подразделяются на четыре класса – оптимальные, допустимые, вредные и опасные условия труда:

- оптимальными условиями труда (1 класс) являются условия труда, при которых воздействие на работника вредных и (или) опасных производственных факторов отсутствует или уровни воздействия, которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда и принятые в качестве безопасных для человека, и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности работника;

- допустимыми условиями труда (2 класс) являются условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых не превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, а измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается во время регламентированного отдыха или к началу следующего рабочего дня (смены);

- вредными условиями труда (3 класс) являются условия труда, при которых уровни воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда, в том числе:

- а) подкласс 3.1 (вредные условия труда 1 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, после воздействия которых измененное функциональное состояние организма работника восстанавливается, как правило, при более длительном, чем до начала следующего рабочего дня

(смены), прекращении воздействия данных факторов, и увеличивается риск повреждения здоровья;

б) подкласс 3.2 (вредные условия труда 2 степени) условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию начальных форм профессиональных заболеваний или профессиональных заболеваний легкой степени тяжести (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (пятнадцать и более лет);

в) подкласс 3.3 (вредные условия труда 3 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника, приводящие к появлению и развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в период трудовой деятельности;

г) подкласс 3.4 (вредные условия труда 4 степени) – условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны привести к появлению и развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности) в период трудовой деятельности;

- опасными условиями труда (4 класс) являются условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых в течение всего рабочего дня (смены) или его части способны создать угрозу жизни работника, а последствия воздействия данных факторов обуславливают высокий риск развития острого профессионального заболевания в период трудовой деятельности [17].

### 2.2.2 Специальная оценка условий труда

Специальная оценка условий труда (СОУТ) – это единый комплекс последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных нормативных требований (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

Правовые и организационные основы специальной оценки условий труда, порядок проведения, а также права, обязанности и ответственность участников специальной оценки условий труда установлены Федеральным законом от 28.12.2013 N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

Специальная оценка условий труда проводится в соответствии с Методикой проведения, утверждаемой федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений. В настоящее время действует Методика проведения специальной оценки условий труда, утвержденная Приказом Минтруда России от 24.01.2014 N 33н.

В соответствии с требованиями ст. 212 Трудового кодекса РФ работодатель обязан обеспечить проведение специальной оценки условий труда за счет собственных средств.

Специальная оценка условий труда включает:

- оценку факторов производственной среды и трудового процесса;
- оценку обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты.

СОУТ ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка» была проведена 08.07.2019 года, на основании Федерального закона № 426 – ФЗ «О специальной оценке условий труда».

На рабочих местах была проведена идентификация вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от допустимых значений регламентирующих документов [18].

В таблице 2.1 обозначены основные выявленные опасные и вредные производственные факторы.

Таблица 2.1 – Основные опасные и вредные факторы

Наименование вредного фактора	Значение	Допустимое значение	Регламентирующий документ
Шум, дБ	82,3	85	ГОСТ 12.1.003-91
Вибрация, дБ	75-94	76-112	СН 2.2.4/2.1.8.566-96
Пыль, мг/ м <sup>3</sup>	3,5	4	ГН 2.2.5686-98
Оксиды азота	1,9	1,5	ГОСТ 12.1.005-83
Температура, °С	25	19-21	ГОСТ 12.1.005-88
Влажность, %	55	65-75	ГОСТ 12.1.005-88
Освещение, лк -газоразрядные лампы -лампы накаливания	183  88	150-200  50-10	МУ2.2.4.706-98/МУ От РМ 01-98

Классы и подклассы условий труда работников указаны в таблице 2.2.



Таблица 2.2 – Сводная ведомость результатов проведения специальной оценки труда

Должность работника	Классы условий труда				
	Химический фактор	Шум	Параметры световой среды	Тяжесть трудового процесса	Итоговый класс условий труда
начальник цеха	-	2	2	2	2
мастер	-	2	2	2	2
слесарь	-	3.2	2	3.1	3.2
токарь	-	3.2	2	3.1	3.2
фрезеровщик	-	3.1	2	3.1	3.1
шлифовщик	2	3.1	2	3.1	3.1
электромонтер	-	3.1	2	3.1	3.1
контролер материалов	2	3.1	2	3.1	3.1
слесарь по ремонту автомобилей	2	3.1	2	3.1	3.1

Большинству работников присвоен подкласс 3.1, на них воздействует вредные и опасные производственные факторы, такие как: повышенный уровень шума, вибрация, пыль, оксиды азота, повышенная температура воздуха в производственном помещении, монотонность труда, движущиеся транспортные средства, электрический ток, статическое электричество.

Перечень мероприятий по улучшению условий труда представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Перечень мероприятий по улучшению условий труда

Должность работника	Наименование мероприятия	Цель мероприятия
начальник цеха	-	-
мастер	Организовать рациональный режим труда и отдыха	Уменьшение времени контакта с вредными веществами
слесарь	Организовать рациональный режим труда и отдыха	Снижение времени воздействия шума, снижение тяжести трудового процесса, снижение времени воздействия вибрации
токарь	Организовать рациональный режим труда и отдыха	Снижение времени воздействия шума, снижение тяжести трудового процесса
фрезеровщик	Организовать рациональный режим труда и отдыха	Снижение времени воздействия шума, снижение тяжести трудового процесса
шлифовщик	Организовать рациональный режим труда и отдыха	Уменьшение времени контакта с вредными веществами, снижение времени воздействия шума, снижение тяжести трудового процесса
электромонтер	Организовать рациональный режим труда и отдыха	Снижение времени воздействия шума, снижение тяжести трудового процесса

Продолжение таблицы 2.3

контролер материалов	Организовать рациональный режим труда и отдыха	Снижение тяжести трудового процесса
слесарь по ремонт автомобилей	Организовать рациональный режим труда и отдыха	Уменьшение времени контакта с вредными веществами, снижение времени воздействия шума, снижение тяжести трудоового процесса

Любое рабочее помещение требует свежего воздуха. Существуют санитарные и гигиенические нормы, согласно которым воздушные массы должны обновляться каждые два часа. Отсутствие достаточного насыщения кислородом особенно ощутимо при выполнении физической работы на производстве. Чтобы обеспечить поступление свежего воздуха в рабочем цеху, а также очистить помещение от пыли и испарений, требуется установка мощных профессиональных систем вентиляции.

Цех, участок и другие производственные помещения требуют особой системы кондиционирования. На производстве в процессе работы образуется пыль и грязь, вредные испарения. Справиться с этими проблемами может профессиональная вентиляционная система. Она представляет собой целый комплекс инженерных решений, направленных на бесперебойную очистку воздушных масс и приток кислорода без нарушения технологического процесса [19].

Основные задачи, которые выполняет производственная вентиляция:

- поддержка воздухообмена с заданной частотой. Согласно санитарным нормам, воздух должен обновляться раз в два часа. Этот показатель может меняться в зависимости от типа производства;
- обеспечение продвижения воздушных потоков;
- удаление из помещения пыли, запахов, газов, излишнего тепла;
- создание подходящего для работы микроклимата.

## 2.3 Вентиляция производственных помещений. Назначение и виды вентиляции

### 2.3.1 Виды производственной вентиляции

По принципу функционирования:

- естественная. Основывается на природной циркуляции воздушных потоков с разными температурой, давлением, плотностью. Тяжелый холодный воздушный поток вытесняет более легкий и теплый. В промышленном помещении этот процесс может происходить через естественные зазоры, не плотности оконных дверных проемов, либо организованные приточные и вытяжные проемы, закрытые решетками, дефлекторами. Зависит от атмосферных условий, силы и направления ветра, времени года (зимой проветривание осуществляется лучше за счет сильной тяги);

- искусственная вентиляция. Главная функция – отведение отработанного воздухопотока от рабочей зоны персонала, препятствие проникновению вредных паров в другие помещения, отсеки, а также подача свежего уличного воздуха (очищенного или неочищенного) общим потоком или адресно.

Организовывается при помощи механических средств подачи-отведения воздушных масс (приточных, вытяжных вентиляторов, крышных установок). Является более эффективным способом очищения, циркуляции воздухопотока внутри промышленного цеха [20].

По принципу локализации:

- общеобменная – рассчитана на равномерное очищение всего цеха от вредных технологических тепловыделений, нормализуя температурно-влажностный показатель, скорость движения воздуха. Быстро справляется с небольшим процентом загрязнения воздушных масс;

- местная вентиляция – применяется, когда есть локализация большого количества токсинов, паров, задымленности и т.д. в определенном месте. Устанавливается непосредственно над источником повышенного теплогазовыделения. Могут использоваться вытяжные зонты или гибкий воздуховод, подключенный непосредственно к оборудованию. Применяется совместно с общей вентиляционной системой в качестве дополнительного очищающего воздух оборудования;

- аварийная – устанавливается и применяется в дальнейшем при экстренных случаях, например, пожаре, чрезмерном выбросе ядовитых веществ промышленным оборудованием, высоком уровне задымленности и др.

По принципу направленности потока:

- установки приточной вентиляции. Принцип действия основан на вытеснении холодным притоком теплого отработанного воздуха через организованные вытяжные проемы вверху цеха. Могут быть как естественной организации, так и механической;

- установки вытяжной вентиляции удаляют отработанный воздухопоток вместе с частицами гари, дыма, ядовитыми парами, лишним теплом и т.д. Конструктивно могут быть общими или локальными, чаще всего с принудительным побуждением, так как естественным путем удалить загрязненный воздух довольно проблематично.

- приточно-вытяжная установка применяется наиболее часто, обеспечивает необходимую циркуляцию воздушных масс внутри промышленного цеха. Чаще всего с механическим оснащением (приточные, вытяжные вентиляторы) [21].

### 2.3.2 Требования к производственной вентиляции

Вентиляция и кондиционирование производственных помещений регулируется общими требованиями СанПиН, а также параметрами, характерными непосредственно данному цеху предприятия.

К ним относятся:

- механическая вентиляция производственных помещений должна отвечать правилам пожарной безопасности;
- удаление опасных для здоровья веществ, выбросов без допуска в рабочую зону персонала;
- обязателен гигиенический и пожарный сертификат о безопасности материалов, из которых произведены элементы вентиляционной системы;
- антикоррозийное покрытие воздуховодов, либо они должны быть сделаны из материалов, устойчивых к подобным воздействиям;
- толщина покрытия вентиляционных каналов горючей краской не должна превышать 0,2 мм;
- для расположенных непосредственно внутри цеха рабочих зон персонала концентрация вредных веществ не должна составлять более 30%;
- влажностный, скоростной показатели воздухопотока не нормируются в летний период;
- в зимний период температурный показатель воздуха внутри цеха с находящимся там персоналом – минимум 10°C, при отсутствии людей – минимум 5°C;
- в летний период температурные показатели внутреннего и наружного воздухопотоков равны, либо внутренняя температура не превышает наружную более чем на 4°C;
- неиспользуемые летом цеха требования к производственной вентиляции не регламентируют по температурному показателю;
- общий уровень шума внутри промышленного цеха не должен превышать 110 дБА, сюда включается и рабочий шум системы вентилирования.

### 2.3.3 Устройство вентиляции

Согласно СНиП 41-01-2003, производственная вентиляция и кондиционирование обязательно должны быть установлены во всех помещениях цеха без исключения.

Вентиляция и кондиционирование производственных помещений выполняют следующие задачи:

- отведение воздушных масс, наполненных излишним теплом, ядовитыми парами, газовыми образованиями, частицами гари, дыма и т.д.;
- дополнительная очистка системой фильтрации воздухопотока, исходящего от технологического оборудования и содержащего опасные примеси;
- снабжение персонала постоянным притоком свежего воздуха, нормализация температурно-влажностного баланса, который определяет санитарно-гигиенический контроль.

Установка системы вентиляции производственных помещений происходит в несколько этапов:

- подготовительный – начальный этап, на котором производится проектирование, соответствующие расчеты. Исходя из этого выбирается оптимальное оборудование, транспортируются комплектующие, основные элементы, узлы;
- монтажный – происходит составление отдельных элементов, воздухопроводов в единый комплекс. Вентиляционная система монтируется, собирается электрическая составляющая, подключается к электросети;
- пуско-наладочный – тестовая проверка правильного функционирования, качества, эффективности, подписание акта сдачи в эксплуатацию [22].

#### 2.3.4 Проектирование вентиляции производственных помещений

Перечень действий, осуществляемых при проектировании системы вентиляции производственных помещений:

- подготовка технического задания на проектирование, которое включает необходимые требования по организации воздухообмена, параметры технологического оснащения;
- утверждение технического задания;
- производится аэродинамический расчет общеобменной вентиляции, локальных вытяжек воздуха в производственных помещениях, цель которого – определение оптимального внутреннего сечения воздуховодных путей;
- подбор вентиляционного оборудования по рассчитанным характеристикам, параметрам;
- выбор дополнительных элементов, необходимых для наладки, балансировки вентсистемы;
- составление чертежей будущей системы вентилирования при помощи специализированных программ;
- составление схем распределения ключевых узлов системы в соответствии с нормами, требованиями [23].



### 3 Проектирование системы вентиляции производственного цеха ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка»

#### 3.1 Выбор способа проветривания цеха

Один из основных этапов производства пластиковой упаковки подразумевает выброс большого количества оксида азота. Выброс образованный работой оборудования имеет хаотичное распределения по площади цеха, то есть наибольшая концентрация вредного вещества наблюдается в рабочей зоне оборудования. Движение их массы зависит от рабочего состояния вентиляционной системы и имеющейся естественной вентиляции. Уменьшение концентрации в воздухе цеха, можно добиться путем установки эффективной вентиляционной системы или увеличения возможности естественной вентиляции [24].

На производстве ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка» установлена местная и общая приточно-вытяжная система вентиляции.

Местная приточная вентиляция выполняет функции подачи чистого воздуха к рабочему месту и снижения его температуры.

Местная вытяжная вентиляция улавливает и отводит вредные выделения с помощью местных отсосов в атмосферу.

Общая вентиляция используется для ассимиляции избыточного тепла и влаги, разбавления вредных концентраций паров оксида азота, газов и обеспечения санитарно-гигиенических норм в рабочей зоне.

#### 3.2 Технические характеристики вентиляционной системы ФЬОРДИ ВПУ CF 500 V

Приточно-вытяжная вентиляционная система с пластинчатым рекуператором ФЬОРДИ ВПУ CF 500 V установлена в цеху производства

пластиковой упаковки с 2014 года. Осмотр вентиляционной системы специализированными организациями проводится в соответствии со сроками, указанными в паспортах, согласно ГОСТ 31937-2011 для зданий и сооружений [25]. Данные ФБОРДИ ВПУ CF 500 V по характеристикам согласно паспорту приточно-вытяжной вентиляционной системы (рис. 3.1).

Таблица 3.1 – Основные характеристики приточно-вытяжной вентиляционной системы

Элементы системы ФБОРДИ ВПУ CF 500 V	Параметры, ед. измерения
Габаритные размеры (А×В×Н)	1000×900×1400
Производительность	500-1600 м <sup>3</sup> /ч
Высота рамы	180 мм
Плотность изоляции	85 кг/м <sup>3</sup>
Роторный рекуператор:	Противоточный пластинчатый, алюминиевый
Ток max	2 А
Мощность max	0,3 кВт
Масса	80 кг
Уровень шума	60 дБ
Магистральный воздуховод	170 мм
Диаметр трубопровода	130 мм

Установленная вентиляционная система не выполняет свои функции, срок службы данной модели не более 6 лет, согласно техническому паспорту оборудования. Необходимо произвести замену имеющейся вентиляционной системы на общеобменную приточно-вытяжную с необходимыми элементами (калорифер).

### 3.3 Расчет потери давления в сети

Для расчета параметров системы вентиляции необходимо построить аксонометрическую схему данного проекта (рис 2). Система вентиляции состоит из трех ветвей, для которых необходимо произвести расчет.

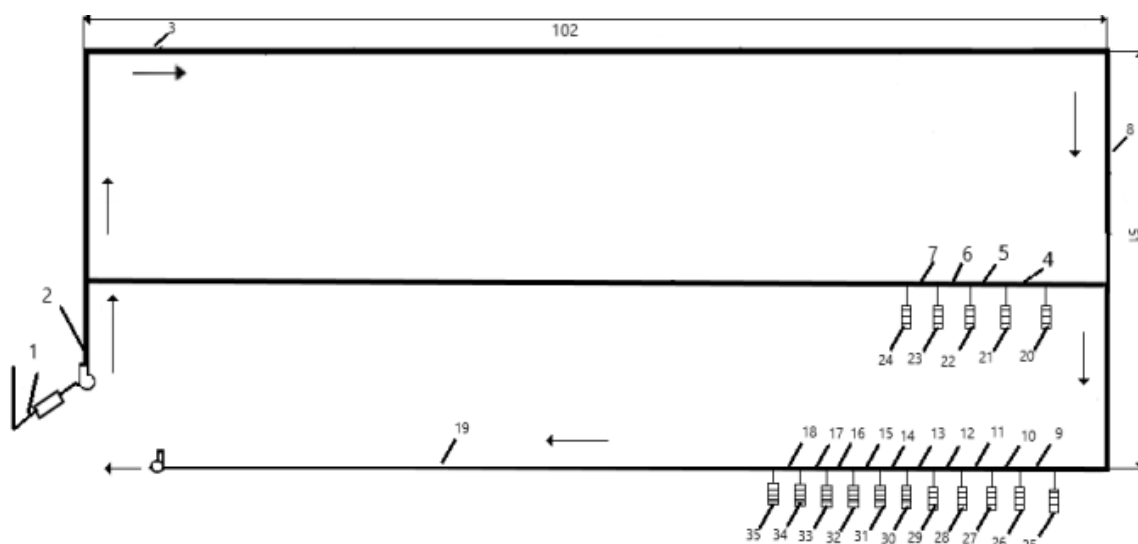


Рисунок 3.1 – Система приточно-вытяжной общеобменной вентиляции

Рекомендуемые скорости движения воздуха на участках и в элементах вентиляционной системы представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Рекомендуемые скорости движения воздуха на участках и в элементах вентиляционных систем

Участки и элементы вентиляционных систем	Рекомендуемые скорости, м/с, при побуждении движения воздуха в системе		
	естественном	Механическом	
		общественные здания	промышленные здания
Жалюзи воздухозабора	0,5–1	2–4	4–6
Приточные шахты	1–2	2–6	4–6
Горизонтальные воздуховоды и сборные каналы	1–1,5	5–8	6–12
Вертикальные каналы	1–1,5	2–5	5–8
Приточные решетки у потолка	0,5–1	0,5–1	1–2,5
Вытяжные решетки	0,5–1	1–2	1–3
Вытяжные шахты	1,5–2	3–6	5–8

Участок № 2

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Выход через сетчатый воздухоораспределитель  $\xi_1=1$ .

Отвод  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_2=0,18$ .

Тройник проходной  $\xi_3=0$ .

$$\sum \xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3, \quad (3.1)$$

где  $\xi_1$  – коэффициент местных сопротивлений (КМС) элементов сети воздухопроводов на расчетном участке 1;

$\xi_2$  – коэффициент местных сопротивлений (КМС) элементов сети воздухопроводов на расчетном участке 2;

$\xi_3$  – коэффициент местных сопротивлений (КМС) элементов сети воздухопроводов на расчетном участке 3 [26].

$$\sum \xi = 1 + 0,18 + 0 = 1,18$$

Расчет диаметра воздухопровода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4L}{3600\pi v_{np}}} \text{ мм}, \quad (3.2)$$

где  $L$  – расход воздуха на участке,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$v$  – скорость воздуха на участке воздухопровода,  $\text{м/с}$ .

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 2400}{3600 \cdot 3,14 \cdot 4}} = 0,46 \text{ м} = 460 \text{ мм}$$

Возьмем  $d = 470 \text{ мм}$ .

Потери давления на участке:

$$P = R \cdot l + Z \text{ Па}, \quad (3.3)$$

где  $l$  – длина участка в м;

$Z$  – потери давления в местных сопротивлениях, Па;

$R$  – потери давления на трении по длине воздухопровода,  $\text{Па/м}$ ;

Потери давления в местных сопротивлениях определяются:

$$Z = H_d \sum \xi \text{ Па}, \quad (3.4)$$

где  $H_d$  – динамические потери давления на участке, Па;

$$Z = 9,44 \cdot 1,18 = 11,14 \text{ Па}$$

$$H_d = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \text{ Па}, \quad (3.5)$$

где  $l$  - коэффициент сопротивления трения;

$\rho$  - плотность воздуха, перемещаемого по воздуховоду,  $\text{кг/м}^3$ .

$\xi$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений (КМС) элементов сети воздуховодов на расчетном участке.

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 4^2}{2} = 9,44 \text{ Па}$$

При  $l = 20$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R = 0,926 \text{ Па/м}$ .

Потери давления на участке:  $\Delta P_2 = 0,926 \cdot 20 + 9,44 = 27,96 \text{ Па}$

Аналогично рассчитываем остальные участки.

Участок №3:

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Тройник проходной  $\sum \xi = 0$

Диаметр воздуховода для всех остальных участков рассчитывается аналогично предыдущим расчетом по формуле (3.2)

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 2800}{3600 \cdot 3,14 \cdot 4,5}} = 0,48 \text{ м} = 480 \text{ мм}$$

Возьмем  $d = 490 \text{ мм}$ .

Динамические потери давления на каждом участке рассчитываются аналогично предыдущим расчетом по формуле (3.5)

Динамические потери давления:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 20,25}{2} = 10,9 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях для каждого участка рассчитываются аналогично предыдущим расчетом по формуле (3.4)

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 0 \text{ Па}$$

При  $l = 102$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R = 1,105 \text{ Па/м}$ .

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,105 \cdot 102 + 0 = 112,71 \text{ Па}$

Участок №4.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1=0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

Суммарный коэффициент местных сопротивлений (КМС) элементов сети воздуховодов на расчетном участке рассчитывается аналогично предыдущим расчетом по формуле (3.1)

Суммарный коэффициент местных сопротивлений:

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 3500}{3600 \cdot 3,14 \cdot 5}} = 0,53 \text{ м} = 530 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=540$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 25}{2} = 11,95 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 11,95 \cdot 0,76 = 9,09 \text{ Па}$$

При  $l = 34$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,31$  Па/м.

Потери давления на участке:  $P = 1,31 \cdot 34 + 9,09 = 53,63$  Па

Участок №5.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1=0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 4500}{3600 \cdot 3,14 \cdot 5,4}} = 0,57 \text{ м} = 570 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=580$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 29,16}{2} = 14,75 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 14,75 \cdot 0,76 = 11,21 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R = 1,24 \text{ Па/м}$ .

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 11,21 = 18,65 \text{ Па}$

Участок №6.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R = 2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 5200}{3600 \cdot 3,14 \cdot 6}} = 0,58 \text{ м} = 580 \text{ мм}$$

Возьмем  $d = 590 \text{ мм}$ .

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 36}{2} = 17,8 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 17,8 \cdot 0,76 = 13,5 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R = 1,24 \text{ Па/м}$ .

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 13,5 = 20,94 \text{ Па}$

Участок №7.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R = 2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 5800}{3600 \cdot 3,14 \cdot 6,5}} = 0,59 \text{ м} = 590 \text{ мм}$$

Возьмем  $d = 590 \text{ мм}$ .

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 42,25}{2} = 19,85 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 19,85 \cdot 0,76 = 15,08 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R = 1,24 \text{ Па/м}$ .

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 15,08 = 22,52 \text{ Па}$

Участок №8.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R = 2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 6100}{3600 \cdot 3,14 \cdot 7}} = 0,6 \text{ м} = 600 \text{ мм}$$

Возьмем  $d = 600 \text{ мм}$ .

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 49}{2} = 21,24 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 21,24 \cdot 0,76 = 16,14 \text{ Па}$$

При  $l = 75$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R = 0,905 \text{ Па/м}$ .

Потери давления на участке:  $\Delta P = 0,905 \cdot 75 + 16,14 = 84,02 \text{ Па}$

Участок №9.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R = 2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 6500}{3600 \cdot 3,14 \cdot 7,3}} = 0,61 \text{ м} = 610 \text{ мм}$$



Возьмем  $d=620$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 53,29}{2} = 23,42 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 23,42 \cdot 0,76 = 17,79 \text{ Па}$$

При  $l = 54$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=0,829$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 0,829 \cdot 54 + 17,79 = 62,56$  Па

Участок №10.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1=0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 6900}{3600 \cdot 3,14 \cdot 7,5}} = 0,62 \text{ м} = 620 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=620$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 56,25}{2} = 24,92 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 24,92 \cdot 0,76 = 18,9 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 18,9 = 26,4$  Па

Участок №11.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1=0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 7500}{3600 \cdot 3,14 \cdot 7,7}} = 0,63 \text{ м} = 630 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=640$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 59,29}{2} = 26,49 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 26,49 \cdot 0,76 = 20,13 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 20,13 = 28,29$  Па

Участок №12.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 8000}{3600 \cdot 3,14 \cdot 8}} = 0,65 \text{ м} = 650 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=650$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 64}{2} = 28,91 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 28,91 \cdot 0,76 = 21,97 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 21,97 = 29,41$  Па

Участок №13.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 8400}{3600 \cdot 3,14 \cdot 8,5}} = 0,66 \text{ м} = 660 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=670$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 72,25}{2} = 30,58 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 30,58 \cdot 0,76 = 23,25 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 23,25 = 30,93$  Па

Участок №14.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 8900}{3600 \cdot 3,14 \cdot 8,8}} = 0,67 \text{ м} = 670 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=680$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 77,44}{2} = 33,19 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 33,19 \cdot 0,76 = 25,22 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 25,22 = 33,68$  Па

Участок №15.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 9500}{3600 \cdot 3,14 \cdot 9}} = 0,68 \text{ м} = 680 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=690$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 81}{2} = 35,89 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 35,89 \cdot 0,76 = 27,28 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 27,28 = 35,2$  Па

Участок №16.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1=0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 10300}{3600 \cdot 3,14 \cdot 10}} = 0,69 \text{ м} = 690 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=690$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 100}{2} = 59 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 59 \cdot 0,76 = 44,84 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 44,84 = 52,28$  Па

Участок №17.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1=0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 10900}{3600 \cdot 3,14 \cdot 11}} = 0,7 \text{ м} = 700 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=700$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 121}{2} = 71,39 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 71,39 \cdot 0,76 = 54,25 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 71,39 = 78,89$  Па

Участок №18.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 11900}{3600 \cdot 3,14 \cdot 11,5}} = 0,71 \text{ м} = 710 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=720$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 132,25}{2} = 78,02 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 78,02 \cdot 0,76 = 59,3 \text{ Па}$$

При  $l = 6$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,24 \cdot 6 + 59,3 = 68$  Па

Участок №19.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Два отвода  $90^\circ$  при  $R=2d$ ,  $\xi_1 = 0,18 \cdot 2 = 0,36$

Тройник в ответвлении  $\xi_2 = 0,4$

$$\sum \xi = 0,36 + 0,4 = 0,76$$

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 14000}{3600 \cdot 3,14 \cdot 12}} = 0,71 \text{ м} = 710 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=720$  мм.

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 144}{2} = 84,96 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 84,96 \cdot 0,76 = 64,57 \text{ Па}$$

При  $l = 38$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,09$  Па/м.

Потери давления на участке:  $\Delta P = 1,09 \cdot 38 + 64,57 = 113,59$  Па

Отведение 1

Участок №20

Диаметр воздуховода:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 2400}{3600 \cdot 3,14 \cdot 4}} = 0,46 \text{ м} = 460 \text{ мм}$$

Возьмем  $d=470$  мм.

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 9,44 \cdot 1,18 = 11,14 \text{ Па}$$

Динамические потери давления на участке:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 4^2}{2} = 9,44 \text{ Па}$$

При  $l = 40$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R = 1,24$  Па/м.

Потери давления на участке:  $P_{20} = 0,926 \cdot 40 + 11,14 + 0,36 (10,9 - 9,44) = 48,7$  Па

$$\Delta P_{4-8} = 53,63 \text{ Па}$$

Потеря давления в ответвлении должна быть равна потере давления по магистрали в месте присоединения к ней ответвления.

Погрешность при этом составит:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_{4-8} - \Delta P_{20}}{\Delta P_{20}} \cdot 100\% , \quad (3.6)$$

где  $\Delta P$  – потеря давления на участках 4 и 8, Па;

$\Delta P_6$  – потеря давления на участке 20, Па;

$$\Delta P = \frac{53,63 - 48,7}{53,63} \cdot 100\% = 9,19 \%$$

Отклонение < 10% допустимо. Условие выполнено.

Аналогично расчетом для ответвления 1 (участок 20) находим давления на всех остальных ответвлениях.

Таблица 3.3 – Расчетные значения приточной вентиляции

№ элемента системы	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	v м/с	d, мм	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Z, Па	P, Па
2	2400	20	4	470	0,926	18,52	1,18	11,14	27,96
3	2800	102	4,5	490	1,105	112,71	0	0	113,71
4	3500	34	5	540	1,31	44,54	0,76	9,09	53,63
5	4500	6	5,4	580	1,24	1,24		11,21	18,65
6	5200		6	590	0,925			13,5	20,94
7	5800		6,5	590	1,5			15,08	22,52
8	6100		75	7	600			0,905	67,88
9	6500	54	7,3	620	0,829	44,77		17,79	62,56
10	6900	6	7,5	620	1,25	1,24		18,9	26,4
11	7500		7,7	640	1,36			20,13	28,29
12	8000		8	650	0,901			21,97	29,41
13	8400	6	8,5	670	1,28	1,24		0,76	23,25
14	8900		8,8	680	1,41		25,22		33,68
15	9500		9	690	1,32		27,28		35,25
16	10300		10	690	0,728		44,84		52,28
17	10900		11	700	0,808		49,2		78,89
18	11900		11,5	720	1,45		53,3		68
19	14000	38	12	720	1,29	7,74			64,67

Продолжение таблицы 3.3

20	2400	40	4	470	1,35	37,04	1,18	11,14	48,7			
21		6				5,6			21,48			
22										23,38		
23											23,94	
24												41
25												
26		25,35										
27						26						
28									26,42			
29										26,9		
30											27,9	
31		28,5										
32						28,5						
33									34,66			
34										44,24		
35											103,25	
Итого												1490,32

Таким образом, потери давления в вентиляционной сети  $P=1490,32$  Па [27].

### 3.3.1 Подбор калорифера

Калориферы – приборы, применяемые для нагревания воздуха в приточных системах вентиляции, системах кондиционирования воздуха, воздушного отопления, а также в сушильных установках.

По виду теплоносителя калориферы могут быть огневыми, водяными, паровыми и электрическими. Расход воздуха в системе составляет  $29340 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Расчетная вентиляционная температура в зимний период составляет минус



24°C, внутренняя  $t_B=26^\circ\text{C}$ . Температуру приточного воздуха примем также 25°C.

Расход тепла на нагревание воздуха:

$$Q=L \cdot c_\gamma \cdot (t_B - t_{H.B}) \quad (3.7)$$

где  $L$  – расход воздуха в системе,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$c_\gamma$  – удельная теплоемкость воздуха,  $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$ ;

$t_B$  – расчетная вентиляционная температура внутри помещения,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{H.B}$  – расчетная вентиляционная температура в окружающей среде,  $^\circ\text{C}$ .

$$Q = 29340 \cdot 0,24 \cdot [26 - (-24)] = 352080 \text{ ккал/ч}$$

Теплоноситель – пар. Давление пара 2,5 ат.

Пусть весовая скорость воздуха в живом сечении калорифера  $v_\gamma = 10 \text{ кг/м}^2 \text{ час}$ . Эта скорость принимается в пределах 5-10  $\text{кг/м}^2 \text{ час}$ .

Площадь живого сечения калорифера:

$$f_{\text{ж}} = \frac{L \cdot \gamma}{3600 \cdot v_\gamma}, \quad (3.8)$$

$$f_{\text{ж}} = \frac{29340 \cdot 1,22}{3600 \cdot 10} = 0,99 \text{ м}^2$$

Подбираем калорифер типа КСк 4-8,  $f_{\text{ж}} = 1,01 \text{ м}^2$ ; Поверхность нагрева  $F=26 \text{ м}^2$ .

Таблица 3.4 – Технические характеристики воздухонагревателя КСк 4-8

Параметры	Значения
Площадь поверхности нагрева, $\text{м}^2$	26
Площадь фронтального сечения, $\text{м}^2$	0,392
Площадь сечения (среднего значения) для прохода теплоносителя, $\text{м}^2$	0,00224
Масса, кг, не более	58
Габаритные и присоединительные размеры, мм	
Внутренняя длина отопительного модуля $L$	780

Продолжение таблицы 3.4

Расстояние между монтажными отверстиями $L_1$	828
Полная длина воздухоподогревателя $L_2$	852
Полная длина с воздухоподогревателя с патрубком $L_3$	900
Внутренняя габаритная ширина $l$	503
Расстояние между присоединительными отверстиями $l_1$	551
Полная ширина оребренного теплообменника $l_2$	575
Расстояние между патрубками – по центру $C$	430
Глубина	250
$D_y$ патрубка	32

Фактическая весовая скорость в калорифере:

$$(v_\gamma)_\phi = \frac{0,99}{1,01} \cdot 10 = 9,8 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

Скорость движения теплоносителя (вода) в трубках калорифера:

$$W = \frac{Q}{3600 \cdot 1000 \cdot f_{\text{тр}} \cdot (t_\Gamma - t_0)}, \quad (3.9)$$

где  $f_{\text{тр}}$  – живое сечение трубок калорифера для теплоносителя,  $\text{м}^2$ ;

$t_\Gamma$  – температура горячей воды в подающей магистрали,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_0$  – температура обратной воды,  $^\circ\text{C}$ ;

$Q$  – расход тепла на нагрев воздуха,  $\text{ккал/ч}$

$$W = \frac{352080}{3600 \cdot 1000 \cdot 0.00224 \cdot 10} = 4,37 \text{ м/с}$$

Коэффициент теплопередачи калорифера при этой скорости находим в технических характеристиках (техпаспорт) калорифера КСк 3-11:  $k = 33,128 \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч град.}$

Фактическая теплоотдача калорифера:

$$Q_k = kF \cdot (t_{\text{CP1}} - t_{\text{CP2}}), \quad (3.10)$$

где  $t_{CP1}$  и  $t_{CP2}$  – средние температуры теплоносителя и воздуха (для пара  $t_{CP1} = t_{п} + t_{к} / 2 = 126,8^{\circ}\text{C}$ , для воздуха  $t_{CP2} = 26 + (-24) / 2 = 1^{\circ}\text{C}$ );

$k$  – коэффициент теплопередачи калорифера;

$F$  – площадь поверхности нагрева,  $\text{м}^2$ .

$$Q_K = 33,128 \cdot 26 \cdot (126,8 - 1) = 108355 \text{ ккал/ч}$$

Потери давления в калорифере 78,59 Па [28].

### 3.3.2 Выбор выходной жалюзийной решетки

Принимаем стандартную жалюзийную решетку РЭД-Н7-АН с неподвижными перьями и живым сечением  $f_{ж} = 0,79 \text{ м}^2$ , скорость прохода воздуха через решетку:

$$v = \frac{29340}{3600 \cdot 0,79} = 10,32 \text{ м/с}$$

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 10,32^2}{2} = 62,79 \text{ Па}$$

Габариты решетки (без уголков):  $h = 1,13 \text{ м}$ ,  $a = 1,15 \text{ м}$ .

Относительное сечение:

$$f = \frac{0,79}{1,13 \cdot 1,15} = 0,6$$

$\xi_p = 2,3$  – относительно к скорости воздуха в решетке.

Потеря давления в решетке:

$$Z_1 = 2,3 \cdot 62,79 = 144,42 \text{ Па}$$

### 3.3.3 Расчет шахты

Скорость воздуха в шахте:

$$v = \frac{29340}{3600 \cdot 1,3 \cdot 0,9} = 6,97 \text{ м/с}$$

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 6,97^2}{2} = 28,63 \text{ Па}$$

Стенки шахты из шлакобетона

$$d_{30} = \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 0,9}{1,3 + 0,9} = 1,1 \text{ м}$$

Потери давления в шахте на трение:

$$R_{\beta 1} = 0,147 \cdot 1,59 \cdot 3 = 0,7 \text{ Па}$$

Клапан  $\xi = 0,1$ . Сечение отверстия  $1,18 \times 1,17 = 1,38 \text{ м}^2$ .

$$v = \frac{29340}{3600 \cdot 1,38} = 5,9 \text{ м/с}$$

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 5,9^2}{2} = 20,54 \text{ Па}$$

$$Z_2 = 0,1 \cdot 20,54 = 2,05 \text{ Па}$$

Прямоугольное колено на входе в шахту:

$$f_1 = 1,4 \text{ м}^2, f_2 = 1,4 \cdot 0,9 = 1,26 \text{ м}^2; \frac{f_2}{f_1} \approx 1, \xi = 1,1$$

$$Z_3 = 1,1 \cdot 4,3 = 4,73 \text{ Па}$$

Колено переменного сечения перед входом в калорифер:  $f_1 = 1,28 \text{ м}^2$ .

Площадь живого сечения калорифера  $f_2 = 1,01 \text{ м}^2$ .

Скорость воздуха в калорифере:

$$v = \frac{29340}{3600 \cdot 1,01} = 8,07 \text{ м/с}$$

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 8,07^2}{2} = 38,42 \text{ Па}$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{1,01}{1,26} = 0,8; \xi = 0,92$$

$$Z_4 = 0,92 \cdot 4,73 = 4,35 \text{ Па}$$

Потери давления в жалюзийной решетке, шахте и калорифере:

$$H = 144,42 + 2,05 + 4,73 + 4,35 + 78,59 = 234,14 \text{ Па}$$

Общие потери давления в сети:

$$H = 78,59 + 234,14 = 312,73 \text{ Па}$$

### 3.3.4 Выбор вентилятора для системы приточной вентиляции

С учетом коэффициентов потерь или подсосов в воздуховодах рассчитывается полный напор вентилятора с поправкой на коэффициент потерь  $k_{\Pi} = 1,1$  при длине воздуховодов менее 30м и  $k_{\Pi} = 1,15$  в остальных случаях.

$$L_B = L_{\text{общ}} \cdot K_{\Pi} \text{ м}^3/\text{с} , \quad (3.11)$$

где  $L_{\text{общ}}$  – длина воздуховода, м;

$K_{\Pi}$  – коэффициент потерь.

$$L_B = 3,65 \cdot 1,15 = 4,2 \text{ м}^3/\text{с} \text{ (15120 м}^3/\text{ч)}$$

При выборе типа и номера вентилятора необходимо руководствоваться тем, чтобы вентилятор имел наиболее высокий КПД, относительно небольшую скорость вращения, а также, чтобы число оборотов позволяло осуществлять соединение с электродвигателем на одном валу.

Для проектируемой приточной вентиляции необходимо выбрать вентилятор низкого давления, т.к.  $H < 1 \text{ кПа}$  ( $H = 312,73 \text{ Па}$ ).

Установочная мощность электродвигателя для вентилятора:

$$N_y = \frac{K_3 \cdot L_B \cdot H_B}{\eta_B \cdot \eta_{\Pi} \cdot 3600} , \text{ Вт} \quad (3.12)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса;  $K_3 = 1,05 \div 1,5$ .

$L_B$  – полный напор вентилятора,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$H_B$  – общие потери давления в сети, Па;

$\eta_B$  – КПД вентилятора (принимается по характеристике вентилятора);

$\eta_{\Pi}$  – КПД провода вентилятора, при непосредственной установке вентилятора на валу электродвигателя он равен 1,0, а при установке через муфту 0,98;

Установочная мощность электродвигателя для вентилятора:

$$N_y = \frac{1,2 \cdot 15120 \cdot 312,73}{0,78 \cdot 1 \cdot 3600} = 2021 \text{ Вт}$$

По воздухопроизводительности принимаем к установке центробежный вентилятор низкого давления ВО 06-300. Сечение выхлопного отверстия 550x550 мм, диаметр всасывающего отверстия  $d_0 = 958 \text{ мм}$ , площади сечений: выхлопа  $f_{\text{выхл}} = 0,529 \text{ м}^2$ , входа  $f_{\text{вх}} = 0,9 \text{ м}^2$ .

Центробежные (радиальные) вентиляторы низкого давления ВО 06-300 применяется в вентиляционных системах помещений различного назначения. Вентиляторы осевые типа ВО 06-300 представляют собой агрегаты одностороннего всасывания и низкого давления. Рабочее колесо вентиляторов

расположено в обечайке – цилиндрическом корпусе. Оно оснащается 4 лопатками, закрепленными под углом к вращающейся плоскости. Данные вентиляторы пользуются популярностью за возможность подачи больших объемов воздуха, при этом аэродинамическое сопротивление вентиляционной сети незначительно [29].

Таблица 3.5 – Технические характеристики вентилятора ВО 06-300

Вентилятор	Электродвигатель		Параметры в раб. зоне		Масса не более, кг
	Типоразмер	Мощность, кВт	Производительность м <sup>3</sup> /ч	Полное Р, Па	
ВО 06-300	АИР63В4	0,37	36000-65000	105	22

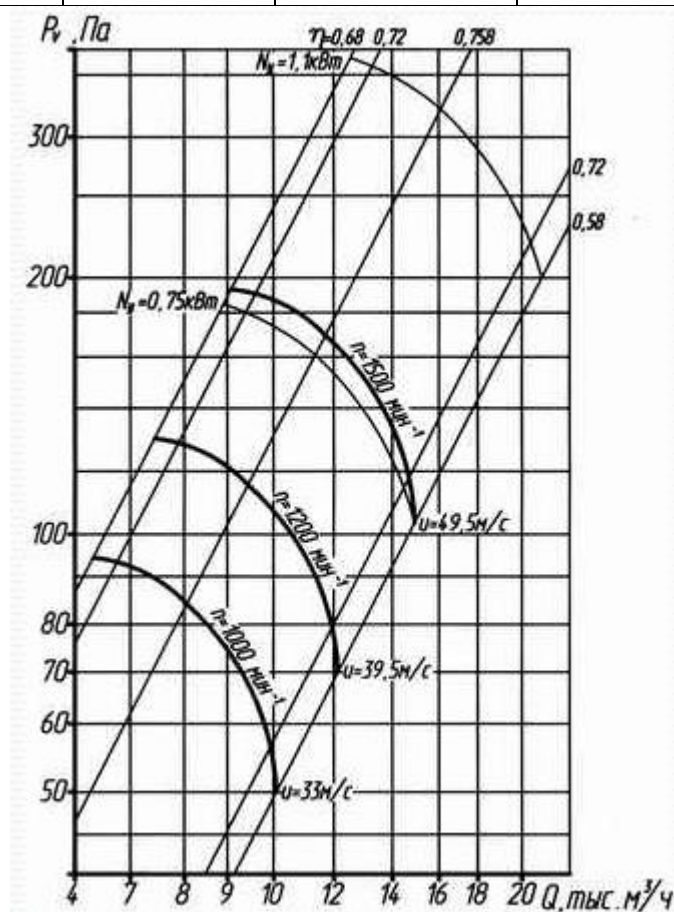


Рисунок 3.2 – Аэродинамическая характеристика вентилятора ВО 06-300

По графику при  $Q=15$  тыс. м<sup>3</sup>/ч мощность двигателя  $\eta= 0,58$  и  $N_d=0,75$  кВт полное давление  $P_v=105$  Па[30].

Вентилятор ВО 06-300 полностью удовлетворяет требованиям.

### 3.4 Расчет системы общеобменной вытяжной вентиляции

#### 3.4.1 Расчет потерь давления в сети

Рассчитаем систему вытяжной вентиляции. Воздуховоды стальные круглого сечения (рис.3.3). Воздухоприемники выполнены в виде колен с коническими раструбами.

Участок №2.

Коэффициенты местных сопротивлений на участке: Воздухоприемный конический раструб с углом конусности  $45^\circ$ ;  $\xi_1=0,3$  [31].

Сетка проволочная с относительной площадью  $f'=0,8$ ,  $\xi_2=0,26$ .

Колено круглое.  $A = 90^\circ$ ,  $\xi_3 = 1,1$ . Дроссель-клапан.  $\xi_4 = 0,05$ .

Отвод.  $\alpha = 90^\circ$ ,  $R = 1,5d$ ,  $\xi_5 = 0,175$ .

Тройник всасывающий на проходе с углом ответвления.  $A = 30^\circ$ .

Принимая  $d_4=400$  мм, получим  $\frac{F_o}{F_{\Pi}} = \left(\frac{400}{470}\right)^2 = 0,72$ ;  $\frac{L_o}{L_c} = \frac{L_4}{L_2} = \frac{2400}{2800} = 0,86$

При  $\frac{F_o}{F_{\Pi}} = 0,72$ ,  $\xi_{\Pi 1} = 0,19$

Скорость на участке 2:

$$v = \frac{4 \cdot L}{3600 \cdot d^2 \cdot \pi}, \text{ м/с} \quad (3.13)$$

где  $L$  - расход воздуха на участке,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$d$  - диаметра воздуховода, мм.

$$v = \frac{4 \cdot 2400}{3600 \cdot 0.470^2 \cdot 3.14} = 3,84 \text{ м/с}$$

Скорость на участке 3 рассчитывается аналогично, по формуле (3.13):

$$v = \frac{4 \cdot 2800}{3600 \cdot 0.490^2 \cdot 3.14} = 4,13 \text{ м/с}$$

Коэффициенты местных сопротивлений:  $\xi_{\Pi} = 0,21 \left(\frac{3,84}{4,13}\right)^2 = 0,86$ ;

$$\sum \xi = 0,3 + 0,26 + 1,1 + 0,05 + 0,175 + 0,19 = 2,075$$

Динамические потери давления на участке 1:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 3,84^2}{2} = 8,7 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z=8,7 \cdot 2,075=18,05 \text{ Па}$$

При  $l = 20$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R=1,61 \text{ Па/м}$ .

Потери давления на участке:

$$\Delta P=1,61 \cdot 20+18,05=50,25 \text{ Па}$$

Аналогично расчетом участка 2, находим потери давления на каждом участке.

Ответвление №1

Участок №20:

Располагаемое давление  $H_p=37,26 \text{ Па}$ .

Коэффициенты местных сопротивлений на участке:

Воздухоприемный конический раструб с углом конусности  $45^\circ$ ;  $\xi_1=0,3$ .

Сетка проволоочная с относительной площадью  $f' = 0,8$ .  $\xi_2 = 0,26$ .

Колено круглое.  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\xi_3 = 1,1$ .

Дроссель-клапан.  $\xi_4 = 0,05$ .

Полуотвод.  $A = 60^\circ$ ,  $\xi_5 = 0,175$   $0,77 = 0,135$ ;

Тройник на ответвлении:

$$\frac{F_o}{F_n} = \left(\frac{400}{470}\right)^2 = 0,72;$$

$$\frac{L_o}{L_c} = \frac{2400}{2800} = 0,86$$

для  $\frac{F_o}{F_n}=0,72$ ,  $\xi_{01}=0,9$

для  $\frac{F_o}{F_n}=0,86$ ,  $\xi_{02}=0,38$ ,  $\Delta \xi_{1-2}=0,9-0,38=0,52$

для  $\frac{F_o}{F_n}=0,72$ ,  $\Delta \xi_0=0,72-\frac{0,52}{2}=0,46$

Скорость на участке 20:

$$v = \frac{4 \cdot 2400}{3600 \cdot 0,400^2 \cdot 3,14} = 5,3 \text{ м/с}$$

Коэффициенты местных сопротивлений:

$$\xi_{\pi} = 0,46 \left(\frac{3,84}{5,3}\right)^2 = 0,24;$$



$$\Sigma = 0,3 + 0,26 + 1,1 + 0,05 + 0,135 + 0,24 = 2,085$$

Динамические потери давления на участке 20:

$$H_d = \frac{1,18 \cdot 5,3^2}{2} = 16,57 \text{ Па}$$

Потери давления в местных сопротивлениях:

$$Z = 16,57 + 2,085 = 34,55 \text{ Па}$$

При  $l = 40$  потери давления на трение по воздуховоду составят  $R = 1,65 \text{ Па/м}$ .

Потери давления на участке:

$$P = 1,65 \cdot 40 + 34,55 = 100,55 \text{ Па}$$

Потеря давления в ответвлении должна быть равна потере давления по магистрали в месте присоединения к ней ответвления.

Погрешность при этом составит:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_{2-3} - \Delta P_{20}}{\Delta P_{2-3}} \cdot 100\%, \text{ Па} \quad (3.14)$$

где  $\Delta P$  – потеря давления на участке 2-3, Па;

$\Delta P_{20}$  – потеря давления на участке 20, Па;

$$\Delta P = \frac{222,63 - 100,55}{222,63} \cdot 100\% = 5,5\%$$

Отклонение  $< 10\%$  допустимо. Условие выполнено [32].

Аналогично расчетом ответвление 1 участка 20, находим потери давления на каждом участке.

Таблица 3.6 – Результаты расчета вытяжной вентиляции по участкам

№	L, м <sup>3</sup> /ч	l, м	v, м/с	d, мм	R, Па/м	R·l, Па	Σξ	Z, Па	ΔР, Па	Откло нение, в %
2	2800	20	3,84	470	1,61	32,2	2,075	18,05	50,25	—
3	2800	102	4,13	490	0,828	84,46	0	0	172,33	
4	3500	34	3,84	570	0,943	32,1	0,6	5,2	37,26	
5	4500	6	4,7	580	1,25	7,5		7,8	13,36	
6	5200		9,9	17,46						
7	5800		12,3	20,88						

Продолжение таблицы 3.6

8	6100	75	6	610	1,58	118,5	0,6	12,7	20,88	—
9	6500	54	6,1	610	1,41	76,14		21,28	89,04	
10	6900	6	6,35	620	1,25	7,5		14,28	21,78	
11	7500		6,5	640				14,95	22,8	
12	8000		6,7	640				15,89	23,39	
13	8400		6,72	660				15,98	23,48	
14	8900		6,8	680				16,4	23,9	
15	9500		7,06	700				17,6	25,1	
16	10300		7,7	710				21,0	28,5	
17	10900		7,9	710				22,09	30,13	
18	11900		8	720				22,7	31,64	
19	14000	38	9,48	730	0,689	26,2	31,8	74		
20	2400	40	5,3	400	1,65	66	2,085	34,55	100,55	5,5
21	2800	6	4,13	470	1,28	7,68	2,325	23,25	30,93	4,2
22	3500		3,8	490			2,3	19,55	27,2	2,9
23	4500		4,6	570			2,115	26,4	34,08	7,2
24	5200	24	5,1	590	1,39	33,4	2,113	32,43	65,79	6,6
25	5800	6	5,5	600	1,28	7,68	2,1	37,5	45,18	5,9
26	6100		5,5	610			1,99	35,4	43,08	3
27	6500		6,2	610			2	45,36	53,04	0,1
28	6900		6,4	620			2	37	44,68	0,5
29	7500		6,5	640			2,025	48,1	52,9	1
30	8000		7,7	640			2,025	48,1	52,9	1
31	8400		6,43	660			1,94	47,3	54,9	0,6
32	8900		6,4	680			1,91	46,2	53,88	4,8
33	9500		6,7	700			1,94	46,9	54,58	1,1
34	10300		7,2	710			1,92	51,8	59,48	3,7
35	10900	45	7,2	730	1,64	73,8	1,8	51,48	61,62	4,2
Итого									1664,86	

Общие потери давления в сети:  $P = 1664,86$  Па.

#### 3.4.2 Выбор вентилятора для системы вытяжной вентиляции

С учетом коэффициентов потерь или подсосов в воздуховодах аналогично формуле (3.11) рассчитывается полный напор вентилятора  $k_n = 1,15$ .

$$L_B = 3,65 \cdot 1,15 = 4,2 \text{ м}^3/\text{с} \text{ (15120 м}^3/\text{ч)}$$

Для проектируемой вытяжной вентиляции выбираем вентилятор среднего давления, т.к.  $H > 1 \text{ кПа}$  ( $H = 1664,86$  Па) [33].

Установочная мощность электродвигателя для вентилятора рассчитывается аналогично формуле (3.12):

$$N_y = \frac{1,1 \cdot 15120 \cdot 1664,86}{0,89 \cdot 1 \cdot 3600} = 73260 \text{ Вт}$$

По воздухопроизводительности принимаем к установке вентилятор ВЦ 16-46. Сечение выхлопного отверстия 280x280 мм, диаметр всасывающего отверстия  $d_0=1120$  мм, площади сечений: выхлопа  $f_{\text{выхл}}=0,630 \text{ м}^2$ , входа  $f_{\text{вх}}=1,2 \text{ м}^2$ .

Таблица 3.7 – Технические характеристики вентилятора ВЦ 16-46

Вентилятор	Электродвигатель		Параметры в раб. зоне		Масса не более, кг	Виброизоляторы	
	Типоразмер	Мощность, кВт	Производительность $\text{м}^3/\text{ч}$	Полное Р, Па		Тип	Количество
ВЦ 16-46	АИР80	0,58	25000	590	61	ДО 39	5

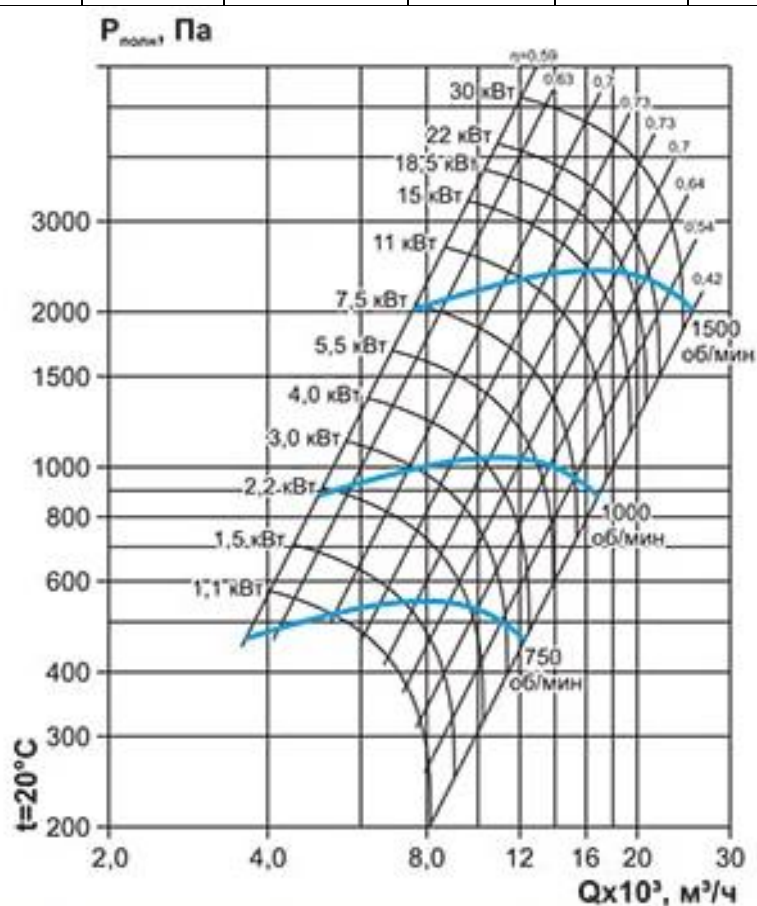


Рисунок 3.3 – Аэродинамическая характеристика вентилятора ВЦ 16-46

По графику при  $Q=15$  тыс. м<sup>3</sup>/ч мощность двигателя  $\eta=0,42$  и  $N_y=7,5$  кВт полное давление  $P_v=700$  Па. Вентилятор ВЦ 16-46 полностью удовлетворяющим требованиям.

В ходе работы была спроектирована новая общеобменная приточно-вытяжная вентиляция (Приложение А).

#### 4.1 Затраты на установку вентиляционной системы

Срок службы, имеющейся на предприятии вентиляционной системы модели ФЬОРДИ ВПУ CF 500 V не более 6 лет, согласно техническому паспорту оборудования. В связи с этим стало необходимым произвести замену имеющейся вентиляционной системы на общеобменную приточно-вытяжную с необходимыми элементами (калорифер).

Экономические затраты на установку общеобменной вентиляционной системы рассчитываются исходя из стоимости самой установки, комплектующих элементов, доставки и монтажа, а также выполняемой работы. После установки вентиляционной системы производится пуско-наладка системы, на которую также выделяются денежные затраты из бюджета предприятия [35].

Таблица 4.1 – Затраты на установку вентиляционной системы

Наименование работы	Стоимость работы, тыс. руб.
Доставка	1,8
Монтаж	42,5854
Пуско-наладка	13
Итого	57,3854

После ряда последовательно выполненных работ: доставка комплектующих, монтаж (сбор самой системы), и проверка на выполнения установленных работ системы, производится полное включение вентиляционной установки в обычный режим и периодическое техническое обслуживание (2 раза в год) [36].

Для расчета стоимость всей вентиляционной системы без учета транспортных и установочных работ необходимо стоимость каждого комплектующего элемента системы (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Затраты на комплектующие элементы вентиляционной системы

Наименование оборудование	Стоимость оборудование, тыс. руб.
ВО 06-300	12,257
ВЦ 16-46	8,795
Система воздуховодов	86,284
Воздухозаборная решетка	0,826
Набор крепежных элементов	8,900
Вставка гибкая	0,500
Фланец	2,100
Глушитель	1,800
Набор болтов	0,699
Калорифер	29,090
Итого:	151,251

#### 4.2 Затраты на оплату труда работников, выполняющих монтаж вентиляционной системы

Работники, выполняющие монтаж вентиляционной системы являются сотрудниками предприятия, рабочей бригадой в составе 6 человек. Оплата труда данных работников производится согласно ТК РФ, помимо ежемесячной заработной платы начисляется дополнительная оплата труда в размере 28900 руб. с учетом социальных отчислений в фонд страхования.

Затраты на оплату труда рабочей бригады рассчитываются по формуле:

$$З = P \cdot C_3 \quad (4.1)$$

где  $P$  – численность работников выполняющие монтаж, чел.;

$C_3$  – стоимость заработной платы, тыс. руб.

$$З = 6 \text{ чел.} \cdot 28900 \text{ руб.} = 173400 \text{ руб.}$$

#### 4.3 Затраты на обслуживание вентиляционной системы

Техническое обслуживание (ТО) – это комплекс технологических операций и организационных действий по поддержанию работоспособности или исправности объекта при его использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании.

Техническое обслуживание вентиляционной системы производится сертифицированной организацией с обязательным заключением договора сроком на 10 лет с возможностью изменения стоимости оказания услуги. ТО производится два раза в год, оплата труда производится на год вперед. Стоимость ТО в год равна 18000 руб [37].

Стоимость ТО (10 лет) вентиляционной системы рассчитывается по формуле:

$$C = \Gamma \cdot C_{\text{ТО}} \quad (4.2)$$

где  $\Gamma$  – период заключение договора на ТО, лет;

$C_{\text{ТО}}$  – стоимость ТО в год, тыс. руб.

$$C = 10 \text{ лет} \cdot 18000 \text{ руб.} = 180000 \text{ руб.}$$

#### 4.4 Расчет стоимости денежных издержек вентиляционной системы

Стоимость денежной издержки рассчитывается по формуле:

$$D_{\text{и}} = C_{\text{у}} + З + С \quad (4.3)$$

где  $C_{\text{у}}$  – стоимость установки вентиляционной системы, тыс.руб.;

$З$  – затраты на оплату труда работников монтажа, тыс. руб.;

$С$  – затраты на техническое обслуживание вентиляционной системы, тыс. руб.

$$D_{\text{и}} = 208636,4 \text{ руб.} + 173400 \text{ руб.} + 180000 \text{ руб.} = 562036,4 \text{ руб.}$$

Стоимость комплектующих вентиляционной системы рассчитывается по формуле:

$$C_k = C_{в1} + C_{в2} + C_v + C_{вр} + C_n + C_{вг} + C_{ф} + C_6 + C_7 + C_k \quad (4.4)$$

где  $C_{в1}$  – стоимость приточного вентилятора, тыс.руб.;

$C_{в2}$  – стоимость вытяжного вентилятора, тыс. руб.;

$C_v$  – стоимость системы воздуховодов, тыс. руб.;

$C_{вр}$  – стоимость воздухозаборной решетки, тыс. руб.;

$C_n$  – набор крепежных элементов, тыс. руб.;

$C_{вг}$  – стоимость гибкой вставки, тыс. руб.;

$C_{ф}$  – стоимость фланца, тыс. руб.;

$C_6$  – стоимость болтов, тыс. руб.;

$C_7$  – стоимость глушителя, тыс. руб.;

$C_k$  – стоимость калорифера, тыс. руб.;

$$C_k = 12257 \text{ руб.} + 8795 \text{ руб.} + 86284 \text{ руб.} + 826 \text{ руб.} + 8900 \text{ руб.} + 500 \text{ руб.} + 2100 \text{ руб.} + 1800 \text{ руб.} + 699 \text{ руб.} + 29090 \text{ руб.} = 151251 \text{ руб.}$$

Стоимость установки вентиляционной системы рассчитывается по формуле:

$$C_y = Z_y + C_k \quad (4.5)$$

где  $Z_y$  – стоимость затраты на установку вентиляционной системы, тыс. руб.;

$C_k$  – стоимость комплектующих вентиляционной системы, тыс. руб.

$$C_y = 57385,4 \text{ руб.} + 151251 \text{ руб.} = 208636,4 \text{ руб.}$$

Стоимость затрат на установку вентиляционной системы рассчитывается по формуле:

$$Z_y = C_d + C_m + C_{пн} \quad (4.6)$$

где  $C_d$  – стоимость доставки вентиляционной системы, тыс. руб.;

$C_m$  – стоимость монтажа, тыс. руб.;

$C_{пн}$  – стоимость пуско-наладки вентиляционной системы, тыс. руб.

$$Z_y = 1800 \text{ руб.} + 42585,4 \text{ руб.} + 13000 \text{ руб.} = 57385,4 \text{ руб.}$$



Таблица 4.3 – Общие затраты за весь период эксплуатации  
вентиляционной системы

Наименование затрат	Стоимость затрат, тыс. руб.
Установка вентиляционной системы	57,3854
Комплектующие для установки вентиляционной системы	151,251
Оплата труда работников монтажа	173,400
ТО вентиляционной системы	180,000
Итого:	562036,4

В ходе расчетов выявлено, что установка вентиляционной системы включает в себя: стоимость монтажа, доставки, пуско-наладки, ее техническое обслуживания и оплата труда работников. Сумма каждого этапа установки вентиляционной системы указана в таблице 4.3. Денежные издержки организации на установку данной системы составят 562036,4 руб. Экономическая выгода заключается в установке эффективной вентиляционной системы, которая позволит сэкономить на дополнительных социальных выплатах работникам за вредные условия труда и снизить профессиональные заболевания сотрудников предприятия, что тоже влияет на экономику предприятия [38].

## 5. Социальная ответственность

### 5.1 Описание рабочего места работника

Объектом исследования является рабочее место слесаря по ремонту автомобилей автотранспортного цеха. Слесарь по ремонту автомобилей выполняет работы, связанные с обслуживанием и текущим ремонтом автомобилей на специализированных постах в гаражных модулях.

Рабочее место представляет, участок площади, соответствующим образом оборудованный и оснащенный для выполнения работы одним рабочим или бригадой рабочих. Оно обеспечено всем необходимым для бесперебойного выполнения производственного задания, а работы выполняются в строгом соответствии с регламентированной технологией.

Для выполнения технического обслуживания и текущего ремонта посты оборудуют осмотровыми устройствами, обеспечивающими доступ к автомобилю со всех сторон [39].

Слесарь по ремонту автомобилей для ремонта и обслуживания автомобилей использует такие устройства как: токарно-винторезный станок, вертикально-сверлильный станок, круглошлифовальный станок, поперечно-строгальный станок и прочее.

На работника воздействуют вредные факторы, такие как:

- токсичные соединения выхлопных газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ , оксиды азота, );
- шум;
- повышенная вибрация;
- ненормированное освещение;
- повышенная или пониженная температура.

### 5.1.1 Токсичные соединения выхлопных газов (CO<sub>2</sub>, CO, оксиды азота)

Прежде всего, оксид углерода или угарный газ не имеет вкуса и запаха, но при высокой концентрации вызывает головокружение, головную боль, тошноту, может приводить к обморокам. Длительный контакт с выхлопными газами приводит к смерти, в частности – от отравления конкретно угарным газом [40].

При постоянном воздействии выхлопных газов на организм может развиваться иммунодефицит, бронхиты, страдают сосуды головного мозга, нервная система и другие органы. В таблице 18 обозначены токсичные соединения выхлопных газов, их фактические значения на рабочем месте, нормативные значения, и нормативные документы, регламентирующие их.

Таблица 5.1 – Значения токсичных соединений выхлопных газов

Наименование вредного вещества	Значение	Допустимое значение	Регламентирующий документ
CO, мг/м <sup>3</sup>	17	16	ГОСТ 12.1.005-94
CO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	22	20	ГОСТ 12.1.005-95
Оксиды азота, мг/м <sup>3</sup>	1,9	1,5	ГОСТ 12.1.005-83

Фактические значения вредного воздействия выхлопных газов на рабочем месте превышают допустимые значения, предписанные регламентирующими документами. Для того что предотвратить превышение концентраций вредного вещества, необходимо провести от автомобилей, находящихся в ремонте, гофрированные воздуховоды [41].

### 5.1.2 Вредное воздействие шума

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека: повышает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, значительно ослабляет внимание, увеличивает число ошибок во время работы, замедляет скорость

психических реакций, в результате чего снижается производительность труда и ухудшается качество работы.

В таблице 5.2 – обозначены фактические значения шума на рабочем месте и допустимые значения регламентирующих документов

Таблица 5.2 – значение фактического значения шума

Наименование вредного вещества	Значение	Допустимое значение	Регламентирующий документ
Шум, дБ	82.3	85	ГОСТ 12.1.003-91

Уровень шума не превышает допустимые значения [42].

### 5.1.3 Недостаточная освещенность

Согласно ГОСТ 12.0.003-86 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму [43].

Согласно ГОСТ 12.4.011–89 к средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся:

- источники света;
- осветительные приборы;
- световые проемы;
- светозащитные устройства;
- светофильтры;
- защитные очки.

Освещенность рабочих мест с разнообразными видами ручных работ и работ повышенной точности указано в ГОСТ Р 55710-2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий».

Согласно ГОСТ Р 55710-2013 коэффициенты отражения окружающих поверхностей должны быть:

- от 0,7 до 0,9 – для потолков;
- от 0,5 до 0,8 – для стен;
- от 0,7 до 0,9 – для рабочих поверхностей;
- от 0,7 до 0,9 – для пола.

При этом на рабочем месте световой поток должен достигать 300-750 люкс.

Расчет освещения производится для помещения площадью 56 м<sup>2</sup>, длина которого 8 м, ширина 7 м, высота 4 м. Основной задачей расчета искусственного освещения является определение числа светильников или мощности ламп для обеспечения нормированного значения освещенности. Для расчета искусственного освещения воспользуемся методом светового потока. Расчет освещения начинают с выбора типа светильника, в нашем случае это светодиодные светильники комбинированного света [44].

Расчет по методу использования светового потока начинается с нахождения величины светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \text{ лм} \quad (5.1)$$

где  $\Phi$  – световой поток каждой из ламп, лм;

$E$  – минимальная освещенность, лк,  $E = 300$  лк ( Согласно ГОСТ Р 55710-2013 «При выполнении работ грубой и средней точности общая освещенность должна составлять не менее 300 люкс»);

$S$  – площадь освещенного помещения,  $S = 56$  м<sup>2</sup> ;

$z$  – коэффициент минимальной освещенности, значение для светодиодных светильников:  $z = 1$ ;

$k$  – коэффициент запаса светодиодных светильников,  $k = 1$ ;

$N$  – число светильников;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока ламп.

Для определения коэффициента использования светового потока находят индекс помещения ( $i$ ) и предполагаемые коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка  $R_{\text{п}}$ , стен  $R_{\text{с}}$ , которые представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Коэффициенты отражения поверхностей помещения потолка и стен

Для светлых административно-конторских помещений	$R_{\text{п}} = 70 \%,$ $R_{\text{с}} = 50 \%,$
Для производственных помещений с незначительными пылевыделениями	$R_{\text{п}} = 50 \%,$ $R_{\text{с}} = 30 \%,$
Для пыльных производственных помещений	$R_{\text{п}} = 30 \%,$ $R_{\text{с}} = 10 \%,$

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{s}{h \cdot (A+B)}, \quad (5.2)$$

$$h = h_2 + h_1, \quad (5.3)$$

где  $A, B$  – размеры помещения,  $A = 8$  м,  $B = 7$  м;

$h$  – высота светильников над рабочей поверхностью;

$h_2$  – наименьшая допустимая высота подвеса над полом;  $h_2 = 4$  м.;

$h_1$  – высота рабочей поверхности над полом  $h_1 = 1$  м.

Используя формулу (5.3), получим:

$$h = 4 - 1 = 3 \text{ м};$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами:

$$L = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ м};$$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников:

$$l = \frac{L}{3}; \quad (5.4)$$

$$l = \frac{3,6}{3} = 1,2;$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_1 = \frac{8}{3,6} = 2,22;$$

Число светильников в ряду:

$$N_2 = \frac{7}{3,6} = 1,94;$$

Общее число светильников:

$$N = 2 * 2 = 4.$$

Исходя из размеров помещения: A= 8м и B= 7 м, пользуясь формулой (5.2) получаем:

$$i = \frac{56}{3 * (8 + 7)} = 1,24$$

По таблице 5.3 принимаем значение коэффициентов отражения потолка ( $\rho_{\text{п}}=50\%$ ) и стен ( $\rho_{\text{с}}= 30\%$ ). Схема расположения светильников на потолке представлена на рисунке 5.1.

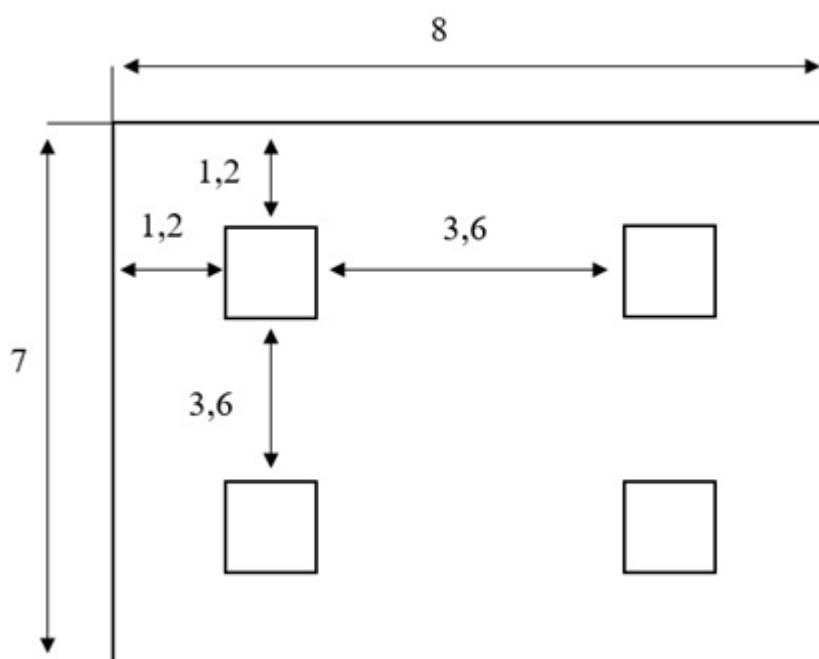


Рисунок 5.1 – Схема расположения светильников на потолке

В качестве источника света будем использовать светодиодные 70 светильники, для них:  $\eta = 0,39$  [45].

Световой поток лампы рассчитываем по формуле (5.1):

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1 \cdot 56 \cdot 1}{4 \cdot 0,39} = 10\,796,2 \text{ , лм.} \quad (5.1)$$

С учетом вычислений светового потока делаем вывод о том, что в помещении отдела службы охраны труда необходимо установить 4 светодиодных светильника DS – PROMA 90, мощностью 90 Вт.

#### 5.1.4 Ненормированные значения температуры производственных помещений

Высокая температура воздуха в производственных помещениях при сохранении других параметров вызывает быструю утомляемость работающего, перегрев организма и большое потовыделение. Это ведет к снижению внимания, вялости и может оказаться причиной возникновения несчастного случая.

Низкая температура может вызвать местное и общее охлаждение организма и стать причиной ряда простудных заболеваний – ангины, катара верхних дыхательных путей.

В таблице 5.4 обозначены фактические значения температуры на рабочем месте и допустимые значения регламентирующих документов.

Таблица 5.4 – Значения температуры

Наименование вредного фактора	Значение	Допустимое значение	Регламентирующий документ
Температура, °С	25	19 - 21	ГОСТ 12.1.005-88

Температура не соответствует допустимым значениям нормативных документов. Срок службы, имеющейся на предприятии вентиляционной системы модели ФЬОРДИ ВПУ CF 500 V не более 6 лет, согласно техническому паспорту оборудования. В связи с этим стало необходимым



произвести замену имеющейся вентиляционной системы на общеобменную приточно-вытяжную с необходимыми элементами (калорифер).

Общеобменная приточно-вытяжная вентиляционная система состоит из:

- калорифер типа КСк 4-8;
- приточный вентилятор низкого давления ВО 06-300, мощность 0,37кВт., производительность 36000-65000 м<sup>3</sup>/ч.;
- вытяжной вентилятор ВЦ 16-46, мощность 0,58кВт., производительность 25000 м<sup>3</sup>/ч.;
- трубопровод.

## 5.2 Анализ выявленных опасных факторов

Поражение электрическим током является наиболее опасным фактором производственной среды.

Поражение электрическим током возникает при соприкосновении с электрической цепью, в которой присутствуют источники напряжения и/или источники тока, способные вызвать протекание тока по попавшей под напряжение части тела.

К основным мерам защиты относятся:

- средства коллективной защиты;
- защитное заземление, зануление;
- использование малых напряжений;
- применение изоляции.

Рабочее место обеспечено заземлением от каждого оборудования, все провода под напряжением надежно заизолированы, а у каждого работника цеха имеется средства индивидуальной защиты, что не дает возможности удара электрическим током [46].

Заземление – преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

Необходимо заземлять следующее оборудование:

- корпуса электродвигателей;
- корпуса сварочных аппаратов;
- регулировочную аппаратуру;
- металлические элементы светильников;
- корпуса всех механизмов и машин, выполненные из металла.

В качестве искусственных заземлителей на предприятии используют стальные проводники, заложенные в грунт в вертикальном виде и соединенных между собой. Вертикальные заземлители выполнены из оцинкованной стали диаметром не менее 6 мм заложенные в грунт и соединены между собой полосами стали. К ним с помощью сварки присоединяется заземляющий проводник (провод ПуГВ), с сечением не менее 16 мм<sup>2</sup>.

От главной заземляющей шины производится заземление технологического оборудования предприятия – каждое оборудование присоединяется к шине с помощью отдельного проводника. Заземление сварочного оборудования и других видов техники производится с помощью надежных болтовых соединений.

Для заземления используется проводник с сечением 16 мм<sup>2</sup>, марки ПуГВ – гибкий медный провод с изоляцией из ПВХ.

Основные и дополнительные средства защиты от электрического тока.

Изоляция основных защитных средств может выдерживать рабочее напряжение и ими можно касаться токоведущих частей. Изоляция дополнительных защитных средств не рассчитана на рабочее напряжение и используется как дополнительная мера защиты к основному защитному средству.

Основные и дополнительные средства защиты приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Основные и дополнительные средства защиты

Средства защиты	До 1кВ	Выше 1кВ
Основные	диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие клещи, электроизмерительные клещи, инструмент с изолирующими рукоятками, указатели напряжения	изолирующие штанги, изолирующие клещи, электроизмерительные клещи, указатели напряжения, средства для ремонтных работ под напряжение выше 1кВ
Дополнительные	диэлектрические галоши, диэлектрические ковры, изолирующие подставки	диэлектрические перчатки, ковры и боты, изолирующие подставки

### 5.3 Охрана окружающей среды

В процессе переработки пластмасс под воздействием температуры, кислорода воздуха и света, они подвергаются деструкции с выделением в окружающую среду исходных мономеров низкомолекулярных соединений. Наряду с этим возможно выделение в воздух примесей товарного сырья, пластификаторов и других веществ, используемых при синтезе полимеров.

Для защиты окружающей среды и уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу применяется следующие оборудование.

1. Газопылеочиститель пенный (скруббер) типа ППП-И  
Пылегазоочиститель пенный типа ППП-И, предназначен для санитарной очистки технологических газов от взвешенных веществ, минеральной пыли, соединений азота, органических соединений и т. п.

## 5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

На территории ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка» возможны ЧС природного и техногенного характера, такие как:

- пожар на территории производства;
- метеорологические и агрометеорологические опасные явления: бури, ураганы, сильный дождь, снегопад, метель, заморозки.

Заморозки являются наиболее типичными и частыми явлениями в данном регионе.

Данные ЧС природного характера не возможны на территории ООО «Сибирская фабрика «Комус-упаковка»

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности:

- автоматическая система сигнализации;
- практическое обучение правилу пользования огнетушителем;
- создана добровольная пожарная дружина;
- практические занятия по эвакуации проводятся раз в год [47].

## 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При работах с вредными и опасными условиями труда, а также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются прошедшие обязательную, сертификацию или декларирование соответствия специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты, а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами.

При работе с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты.

Для исключения возможности несчастных случаев проводятся обучение, инструктажи и проверка знаний работников, требований безопасности труда.

Персонал допускается к работе только в спецодежде и средствах индивидуальной защиты. На рабочем месте должны быть запасы сырья и материалов, не превышающие сменную потребность. Необходимо знать специфические свойства применяемых веществ и соблюдать установленные правила работы с ними [48].

Все эксплуатируемые электроустановки должны соответствовать требованиям «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», и др. нормативных документов. Эксплуатация электрооборудования без заземления не допускается.

Все работники должны уметь пользоваться средствами пожаротушения и уметь оказывать первую помощь при несчастном случае. Не допускается загромождения рабочих мест, проходов, выходов из помещений и здания, доступа к противопожарному оборудованию.

#### 5.6 Выводы по разделу социальная ответственность

Рассмотрено рабочее место слесаря по ремонту автомобилей авторемонтного цеха. Выявлены вредные и опасные факторы, воздействующие на работника, а также определены способы и методы борьбы с ними. Определены способы защиты окружающей среды. По данным полученным из анализа микроклимата помещения, понятно, что они соответствует нормативным документам [49].

## Заключение

На исследуемом предприятии был проведен анализ условий труда, аппаратуры и оборудования с точки зрения возможности появления опасных факторов, выделение вредных производственных веществ, который показал, что условия труда, в которых, находятся работники, не всегда соответствуют нормативным, но в целом по предприятию определенного воздействия на здоровье и работоспособность рабочего не оказывают.

Вследствие применения устаревшей вентиляционной системы, улучшение условий труда работающих возможно при проектировании новой общеобменной приточно-вытяжной вентиляции.

Проект системы вентиляции позволяет получить следующие результаты:

- обеспечить поддержание допустимых метеорологических параметров в помещении, и тем самым снизить риск профессиональных заболеваний работников и увеличить срок службы оборудования;
- снизить содержание вредных веществ до предельно допустимых концентраций, установленных действующими государственными стандартами и гигиеническими нормативами [50];
- повысить производительность труда и качество выполняемых работ.

В ходе работы:

- была изучена и проанализирована нормативно-техническая документация в области охраны труда;
- проанализирована система охраны труда на ООО «Сибирская фабрика «комус-упаковка», и выявлены вредные и опасные производственные факторы;
- спроектирована система приточно-вытяжной вентиляции.

Также привелось экономическое обоснование разработанных систем, а именно: целесообразность установки данных моделей вентиляционного оборудования, и общие затраты за весь период эксплуатации вентиляционной системы.

## Список использованных источников и литературы

1. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).
2. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. – М.: Высш. шк., 2012. – 335 с.
3. Фролов А.В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. – Ростов н/Д.: Феникс, 2010. – 736 с.
4. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. [Электронный ресурс] / Режим доступа – <http://docs.cntd.ru/document/1200103505>. Дата обращения: 03.04.2020 г.
5. Лисанов М. В., Ханин Е. В., Сумской С. И. Безопасность труда в промышленности II Проблемы и суждения. 2012. № 12. С. 54–62.
6. Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 24.07.1998 N 125-ФЗ (последняя редакция).
7. ГОСТ 12.0.230-2007 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Общие требования (с Изменением N 1);
8. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.
9. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификации.
10. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (с изменениями на 14 декабря 2010 года) / утв. приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404, изменения утв. Приказом МЧС России

от 14.12.2010 № 649. [Электронный ресурс] / Режим доступа: – <http://docs.cntd.ru/document/902170886>. Дата обращения: 03.05.2020 г.

11. Трудовое право России : учебник / О.В. Абрамова; [и др.]; отв. ред. Ю.П. Орловский; А.Ф. Нуртдинова. – М.: ИНФРА-М; КОНТРАКТ, 2003. – 401 с.

12. Охрана труда в Российской Федерации: новое законодательство, правоприменительная практика и прокурорский надзор: научно-практический комментарий / И.С. Викторов; [и др.]. – М.: Юрлитинформ, 2003. – 390 с.;

13. Федеральный закон от 17 июля 1999 г. №181-ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» // СЗ РФ.-1999.-№29.- ст. 3702;

14. Лисанов М. В., Ханин Е. В., Сумской С. И. Безопасность труда в промышленности II Проблемы и суждения. 2012. № 12. С. 54–62;

15. В. М. Оробец, Д. А. Яковлев, Трудовое право: Учебное пособие // 2 издание, 2011г.;

16. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «О специальной оценке условий труда»;

17. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению: Приказ Минтруда России от 24.01.2014 №33н: утв. Гос.думой 21.11.2001г.: изм. От 23.07.2003 №204-ФЗ.;

18. Сибикин Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст]: учебное пособие для студентов учреждений СПО по специальности 140102 «Теплоснабжение и теплотехнические оборудование» / Ю. Д. Сибикин. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 303 с.;

19. Кострюков В.А. Отопление и вентиляция [Текст]: учебник для техникумов / В. А. Кострюков. – М.: Стройиздат, 1965 – 328 с.;

20. Баркалов, Б. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях / Б. Баркалов, Е. Карпис. – М.: Литературы по строительству, 2014. – 270 с.;



21. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04.95-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
22. Варфоломеев Ю.М. Отопление и тепловые сети [Текст] : учебник для студентов средних специальных учебных заведений, обучающихся по специальности 2914 «Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств и вентиляции» / Ю. М. Варфоломеев, О. Я. Кокорин. – изд.испр. – М.: Инфра-М, 2010. – 480 с.;
23. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» / В. Ф. Дроздов. – М.: Высшая школа, 1984 – 264 с.;
24. ГОСТ 32548-2013 Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Общие технические условия;
25. Дроздов В.Ф. Отопление и вентиляция [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция» / В. Ф. Дроздов. – М.: Высшая школа, 1984 – 264 с.;
26. Шиляев, М.И. Типовые примеры расчета систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст]: учебное пособие / М.И. Шиляев, Е.М. Хромова, Ю.Н. Дорошенко. – Томск: Изд-во Том.гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 288 с.;
27. ГОСТ 27330-97 Воздухонагреватели. Типы и основные параметры;
28. ГОСТ 22270-2018 Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Термины и определения;
29. ГОСТ 31961-2012 Вентиляторы промышленные. Показатели энергоэффективности;
30. ГОСТ 21.602-2016 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния;

31. Щекин Р.В., Корневский С.М., Бем. Г.Е. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. 4-е изд., перераб. и доп. – Киев: Будівельник, 1976. – 352 с.;
32. Руководство Р 2.2.013-94. Гигиена труда. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Госкомсанэпиднадзор России, – М.: 1994. – 42 с.;
33. Фокин С.В. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация [Текст]: учебное пособие для студентов образовательных учреждений профессионального образования / С. В. Фокин, О. Н. Шпортко. – М.: Альфа-М : ИНФРА-М, 2011. – 368 с.;
34. Богословский В.Н., Новожилов В.И. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч.2. Вентиляция. Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439 с.;
35. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы. ГЭСН-2001. Часть 20. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: ФГУ ФЦЦС, 2009. – 963 с.;
36. Самойлов, В. С. Вентиляция и кондиционирование / В.С. Самойлов, В.С. Левадный. – М.: Аделант, 2009. – 240 с.;
37. Борисоглебская, А.П. Лечебно-профилактические учреждения. Общие требования к проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха / А.П. Борисоглебская. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2008. – 338 с.;
38. Вентиляция / В.И. Полушкин и др. – М.: Academia, 2011. – 416 с.;
39. Сарбаев В.И., Селиванов С.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов. 2-е изд. – Ростов-на-Дону, Феникс, 2005. – 380 с.;
40. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. - Взамен ГОСТ 12.1.003-76; введ. 1983-06-06. - М.;

41. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений;
42. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, Рид Групп – М., 2017. – 583 с.;
43. ГОСТ 12.1.005-88 »Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
44. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04.95-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
45. Руководство Р 2.2.013-94. Гигиена труда. Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Госкомсанэпиднадзор России, – М.: 1994. – 42 с;
46. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Текст] - Введ. 2015 -01-11. – М.: Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора, выпуск 3 (21) 09. 2005. – 176 с.;
47. Государственные элементные сметные нормы на строительные и специальные строительные работы. ГЭСН-2001. Часть 20. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: ФГУ ФЦЦС, 2009. – 963 с.;
48. Инженерные системы зданий и сооружений. Теплогазоснабжение и вентиляция. Учебник. – М.: Машиностроение, 2014. – 320 с.;
49. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1);
50. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2).

# Приложение А (Обязательное)

